

**Der Einfluß der Rationalisierung
der Fertigungsverfahren
auf die Werkzeugmaschinen
herstellende Unternehmung**

Gerhard Zacher

1964



DER EINFLUSS DER RATIONALISIERUNG DER FERTIGUNGSVERFAHREN
AUF DIE WERKZEUGMASCHINEN HERSTELLENDEN UNTERNEHMUNG

Dissertation,
vorgelegt der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen
Fakultät der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz,
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Staatswissen-
schaften (Dr. rer. pol.)



von
Diplom-Ingenieur GERHARD ZACHER
aus Bochum

Referent: Prof. Dr. -Ing. Dr.rer.pol. Th. Ellinger

Korreferent: Prof. Dr.rer.pol. K. Schwantag

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Dezember 1964

Vorwort

Die vorliegende Veröffentlichung ist das Ergebnis einer wissenschaftlichen Untersuchung, die in enger Zusammenarbeit zwischen betriebswirtschaftlicher Forschung und Praxis durchgeführt wurde.

Die Arbeit wurde von Professor Dr. -Ing. Dr. rer. pol. Th. Ellinger, Universität Mainz, angeregt und durch wertvolle Hinweise und abgewogenen Rat gefördert. Die an seinem Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre erarbeiteten Erkenntnisse bilden eine wichtige Grundlage meiner eigenen Feststellungen.

Die Aufgabe hätte nicht gelöst werden können ohne das Entgegenkommen zahlreicher Herren aus dem Werkzeugmaschinenbau, die die Probleme des Themas freimütig mit mir diskutierten und mir großzügig Gelegenheit gaben, in ihren Unternehmen Erfahrungen zu sammeln und Untersuchungen anzustellen.

Der Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e. V. (VDW) und die Abteilung Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten e. V. (VDMA) haben die Arbeit in mannigfacher Weise unterstützt; sie vermittelten vor allem die notwendigen Kontakte zur Praxis und stellten Unterlagen zur Verfügung.

Allen, die zum Gelingen des Vorhabens beitrugen, möchte ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.

Frankfurt am Main, im Frühjahr 1965

Gerhard Zacher



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
O. <u>Einleitung</u>	1
1. <u>Die Veränderung der Werkzeugmaschine als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren</u>	10
1.1 Ausgangspunkte der Betrachtung	10
1.11 Grundlegende Begriffe	10
1.12 Wahl einer Ausgangssituation	12
1.13 Kennzeichnung der Ausgangssituation	13
1.130 Vorbemerkung	13
1.131 Der technologische Vorgang	16
1.132 Die Kontinuität des Arbeitsablaufes	16
1.133 Die Art des Zusammenwirkens von menschlicher und maschineller Arbeit	18
1.2 Grundsätzliche Rationalisierungsmöglichkeiten der Fertigungsverfahren bei gegebener Ausgangssituation	22
1.20 Vorbemerkung	22
1.21 Betriebsindividuelle Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsverfahrens	22
1.22 Rationalisierungsmöglichkeiten ohne Substitution der Faktoren	25
1.23 Rationalisierung bei alternativer Substitution der Faktoren durch den Faktor Betriebsmittel	33
1.3 Die Verwirklichung möglicher Rationalisierungsmaßnahmen durch Veränderung der konstruktiven und funktionellen Eigenart der Werkzeugmaschine	36
1.31 Erhöhung der Zerspanungsleistung	37
1.311 Ständiges Arbeiten mit der optimalen Schnittgeschwindigkeit	37
1.312 Erhöhung der optimalen Schnittgeschwindigkeit	37
1.313 Gleichzeitiger Einsatz mehrerer Werkzeuge ...	39

1.32	Erhöhung der Lebensdauer und Arbeitsgenauigkeit	40
1.33	Verkürzung der Transportwege und Kontinuierisierung des Fertigungsablaufes	41
1.34	Veränderung des Arbeitsfunktionsbereiches und Anpas- sung der Maschine an Werkstückform und -größe	43
1.341	Verminderung der Arbeitsfunktionen und Anpas- sung an das Werkstück	43
1.342	Erweiterung des Arbeitsfunktionsbereiches	45
1.35	Automatisierung	46
1.350	Vorbemerkung	46
1.351	Automatisierung der menschlichen Handhabungs- funktionen	47
1.352	Automatisierung des Steuervorganges	50
1.353	Automatisierung des Regelvorganges	58
1.354	Der Automatisierungsgrad von Werkzeugmaschi- nen	59
1.36	Die tatsächliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit am praktischen Beispiel	61
1.4	Stellung und historische Entwicklung der rationalisierten Werkzeugmaschinen im Rahmen der Werkzeugmaschinen- gesamtheit	64
1.40	Vorbemerkung	64
1.41	Stellung der rationalisierten Werkzeugmaschinenarten im Rahmen der Gesamtproduktion der Werkzeugma- schinen	65
1.42	Die historische Entwicklung der rationalisierten Ma- schinenarten	69
1.5	Ergebnisse des Abschnittes 1	72
2.	Die Haupteinflußfaktoren bei der Herstellung rationalisierter Werkzeugmaschinen	75
2.0	Vorbemerkung	75
2.1	Der veränderte Aufbau des Produktes	76
2.10	Vorbemerkung	76
2.11	Neue funktionelle Eigenarten	77

	<u>Seite</u>
2.12 Veränderter Grundaufbau und neue Bauelemente	78
2.13 Erweiterter maschineller Umfang	78
2.2 Die erhöhte Differenzierung der Produkte	83
2.20 Vorbemerkung	83
2.21 Kriterien und Erscheinungsformen der Differenzierung	84
2.211 Kriterien der Differenzierung	84
2.212 Erscheinungsformen der Differenzierung	87
2.22 Erhöhte Differenzierung innerhalb der Gesamtheit der Werkzeugmaschinen	88
2.221 Vergrößerung der Variationsbreite	88
2.222 Der Variationsgrad	92
2.23 Die Abhängigkeit der Produktdifferenzierung vom ein- zelnen Unternehmen	94
2.231 Vereinheitlichung	95
2.232 Programmbreite, Produktionsvolumen, Pla- nung und Organisation	98
2.24 Die tatsächliche Differenzierung der Produkte im einzelnen Unternehmen	101
2.241 Erhöhte Differenzierung und ihre praktische Nachweisbarkeit	101
2.242 Die Differenzierung rationalisierter Werkzeug- maschinen in der Praxis	103
2.3 Die veränderte Marktsituation	114
2.30 Vorbemerkung	114
2.31 Die Marktstruktur für rationalisierte Maschinen	115
2.311 Die Wirtschaftsordnung	115
2.312 Die Struktur der Nachfrageseite	116
2.313 Die Struktur der Anbieterseite	122
2.314 Die Unvollkommenheit des Marktes	125
2.32 Veränderte Beziehung zum Abnehmer als Folge ver- änderter Marktstruktur	126
2.33 Veränderte Beziehung zum Abnehmer als Folge ver- änderter Absatzart	127

	Seite
3. <u>Die Veränderung der Aufgaben</u>	131
3.0 Vorbemerkung	131
3.1 Die Absatzaufgabe	133
3.11 Allgemeine Kennzeichnung und veränderte Erfüllungs- bedingungen der Aufgabe	133
3.12 Qualitative Veränderung der Aufgabe	134
3.121 Absatzanbahnung	134
3.122 Der Angebotserfolg	138
3.123 Absatzdurchführung	142
3.13 Die quantitative Veränderung der Aufgabe	143
3.2 Die Gestaltungsaufgabe	145
3.21 Kennzeichnung und veränderte Erfüllungsbedingungen der Konstruktionsaufgabe	146
3.22 Die qualitative Veränderung der Konstruktionsaufgabe	147
3.221 Neuartige und veränderte Teilaufgaben	147
3.222 Gesteigerte Anforderungen aus der veränderten Aufgabenstellung	148
3.223 Gesteigerte Anforderungen bei der grundsätzli- chen Lösung des Bearbeitungsprozesses	150
3.224 Erschwerte Erfahrungsbildung	150
3.225 Gesteigerte Anforderungen aus der veränderten technischen Eigenart der Maschinen	151
3.226 Erschwerungen infolge von Abnehmereinflüssen	152
3.227 Das veränderte Leistungsergebnis	153
3.23 Quantitative Veränderung der Konstruktionsaufgabe ..	153
3.24 Die veränderte Aufgabe der Normung	156
3.25 Die veränderte Aufgabe der Erzeugnisforschung	157
3.3 Die Aufgabe der Materialwirtschaft	158
3.31 Allgemeine Kennzeichnung der Aufgabe	158
3.32 Die veränderten Erfüllungsbedingungen	159
3.321 Veränderte Materialeigenschaften	159
3.322 Die erhöhte Zahl verschiedener Materialien ..	160
3.323 Veränderte zeitliche Erfüllungsbedingungen ..	164

	<u>Seite</u>
3.324 Veränderte Bedarfsbereiche	165
3.325 Veränderte Beeinflußbarkeit der Bedarfsmel- dungen	166
3.326 Veränderungen bei den Lieferanten	166
3.33 Qualitative Veränderung der Beschaffungs- und Lager- aufgabe	167
3.34 Quantitative Veränderung der Beschaffungs- und Lager- aufgabe	169
3.4 Die Aufgabe der Arbeitsvorbereitung	170
3.41 Kennzeichnung der Aufgabe und veränderte Erfüllungs- bedingungen	170
3.42 Qualitative Veränderung der Aufgabe	172
3.43 Quantitative Veränderung der Aufgabe	173
3.5 Die Fertigungsaufgabe	175
3.51 Allgemeine Kennzeichnung der Aufgabe	175
3.52 Die veränderten Erfüllungsbedingungen	175
3.53 Quantitative und qualitative Veränderung der Aufgaben der mechanischen Fertigung	177
3.531 Quantitative Veränderung	177
3.532 Qualitative Veränderung	180
3.54 Qualitative und quantitative Veränderung von Mon- tageaufgaben	185
3.541 Qualitative Veränderungen	185
3.542 Quantitative Veränderungen	185
<u>Die Veränderung des Aufbaus der Unternehmung</u>	188
4.0 Vorbemerkung	188
4.1 Die veränderte Wirksamkeit der Planung	192
4.10 Vorbemerkung	192
4.11 Produktionsprogrammplanung	193
4.12 Materialbereitstellungsplanung	199
4.13 Ablaufplanung	202
4.131 Die Ablaufplanung der Fertigung	202
4.132 Die Ablaufplanung der Konstruktion	214

	<u>Seite</u>
4.2 Veränderungen der Organisation	220
4.20 Vorbemerkung	220
4.21 Veränderungen im Verteilungssystem der Aufgaben	221
4.22 Veränderungen im Leitungszusammenhang	224
4.23 Veränderungen im Arbeitszusammenhang	226
4.3 Veränderungen des Faktors menschliche Arbeitsleistungen	227
4.31 Die veränderte Verteilung der Beschäftigten auf Haupt- aufgabenbereiche	228
4.311 Allgemeine Folgerungen	228
4.312 Die Zusammensetzung der Kosten für menschliche Arbeitsleistungen bei Universal- und Sonderma- schinen	231
4.313 Die Zusammensetzung der Kosten für menschliche Arbeitsleistungen im Unternehmen mit Universal- maschinenbau und im Unternehmen mit der Pro- duktion rationalisierter Maschinen	235
4.314 Die Veränderung in der Zusammensetzung der Be- schäftigten beim Übergang vom Universalmaschi- nen- zum Sondermaschinenbau	243
4.32 Die veränderte Qualifikation der Beschäftigten	246
4.4 Veränderungen des Faktors Betriebsmittel	251
4.41 Werkzeugmaschinen	252
4.42 Gebäude	255
4.5 Veränderungen des Faktors Werkstoff	257
4.6 Die veränderte Faktorproportionierung	258
4.7 Veränderte Branchenstruktur und innerbetrieblicher Umwand- lungsprozeß als besondere Aspekte der Veränderung des Unter- nehmungsaufbaus	264
4.71 Die veränderte Branchenstruktur	264
4.72 Der innerbetriebliche Umwandlungsprozeß beim Über- gang zum Bau rationalisierter Maschinen	265

	<u>Seite</u>
5. <u>Beurteilung der Veränderungen</u>	270
5.0 Vorbemerkung	270
5.1 Die ökonomische Bedeutung der Veränderungen für die Unternehmung	271
5.11 Urteilstkriterien	271
5.12 Die veränderten Faktoren der Kostengestaltung	274
5.13 Die Veränderung der Ertragsfaktoren	279
5.2 Einwirkungsmöglichkeiten auf negative Veränderungen	286
5.21 Einwirkungsmöglichkeiten auf negative Veränderungen von ihrer Ursache her	286
5.210 Vorbemerkung	286
5.211 Übergang vom Sondermaschinenbau zum Bau verketteter Universalmaschinen	287
5.212 Erweiterung des Sondermaschinenabsatzes auf neue Abnehmerbereiche	288
5.213 Programmspezialisierung	289
5.214 Innerbetriebliche Vereinheitlichung	292
5.22 Einwirkungsmöglichkeiten auf die Veränderungen selbst	293
5.220 Vorbemerkung	293
5.221 Trennung von Einzel- und Serienfertigung	294
5.222 Gemeinsame Behandlung ähnlicher Teile	297
5.223 Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen	299
Schlußbemerkung	302
Literaturverzeichnis	305

0 Einleitung

=====

In der Nachkriegszeit konnten in der Produktion durch eine Rationalisierung der Fertigungsverfahren bedeutende wirtschaftliche Erfolge erzielt werden. Besonders augenfällig waren die durch die Automatisierung erzielten Fortschritte; dementsprechend fanden Probleme der Automatisierung in der Literatur weitgehende Beachtung.

Die Rationalisierung und mit ihr die Automatisierung der Fertigungsverfahren wurde im wesentlichen ermöglicht durch den Einsatz neuartiger oder veränderter Werkzeugmaschinen.

Das Erkenntnisziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Einflüsse festzustellen, die sich mit dem Bau solcher Werkzeugmaschinen auf die Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers ergeben; dabei müssen sie sichtbar werden: einmal als zeitabhängige Veränderungen innerhalb der einzelnen Unternehmung, die zum Bau dieser Maschinen übergeht, zum andern als Unterschiede zwischen den vom Bau dieser Maschinen betroffenen und nicht betroffenen Unternehmungen.

Somit bildet die industrielle Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers das Erkenntnisobjekt der folgenden Überlegungen. Bei den vielfältigen Erscheinungsformen der "Unternehmung" als solcher kann das Untersuchungsobjekt nur dadurch einer Analyse zugänglich gemacht werden, daß es durch allen Unternehmen gemeinsame Merkmale gekennzeichnet wird. Für die Wahl solcher Merkmale sind zwei Gesichtspunkte ausschlaggebend:

1. Sie müssen die Unternehmung in ihrem Wesen bestimmen.
2. Sie müssen die für die Untersuchung relevanten Phänomene klar hervortreten lassen ("aufleuchten"¹⁾ lassen).

1) Eisfeld, C., Zur Lehre von der Gestaltung der Unternehmung, in: Zfhf, NF, 3. Jg., 1951, H. 7/8, S. 303.

Als geeignete "Merkmalsgruppen"²⁾ werden gewählt:

- a) die Aufgaben (Funktionen)³⁾: Absatz, Gestaltung, Materialbereitstellung, Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Finanzierung und Verwaltung;
- b) die produktiven Faktoren: menschliche Arbeit, Betriebsmittel, Werkstoff, Leitung, Planung und Organisation.⁴⁾

Während mit der Merkmalsgruppe "produktive Faktoren" der Aufbau der Unternehmung zu erfassen ist, können mit der Merkmalsgruppe "Aufgaben" die einzelnen Tätigkeiten in der Unternehmung einer Analyse zugänglich gemacht werden.⁵⁾

Um das Erkenntnisziel zu erreichen, wurde zunächst empirisch vorgegangen. Hierzu dienten eingehende Gespräche mit den Vorstandsmitgliedern und Bereichsleitern von 11 Unternehmungen des spanabhebenden Werkzeugmaschinenbaus, wobei die Gespräche erst unschematisch, später systematisch geführt wurden. Persönliche Gespräche erschienen gegenüber einer schriftlichen Befragung vorteilhafter, da sie die Möglichkeit boten, Unklarheiten von vornherein zu beseitigen. Für die Auswahl der besuchten Unternehmungen waren folgende Gesichtspunkte entscheidend:

- 1) Betriebsgröße mit über 300 Beschäftigten im Hinblick auf den höheren Produktionsanteil, die schärfere Aufgliederung und die besseren Unterlagen der größeren Unternehmung.⁶⁾ Die Betriebsgrößen der untersuchten Unternehmungen lagen zwischen 350 und 1.700 Beschäftigten.

-
- 2) Vgl. Buddeberg, H., Anwendung der typologischen Methode in der Betriebswirtschaftslehre, in: Mitteilungen des Instituts für Handelsforschung an der Universität zu Köln, Nr. 20, 1954, S. 347.
 - 3) Vgl. Bellinger, B., Versuch eines Gliederungssystems betrieblicher Funktionen, in: ZfB, 25. Jg., 1955, Nr. 4, S. 228 - 240.
 - 4) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1: Die Produktion, 5. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960, S. 8.
 - 5) Vgl. Schäfer, E., Die Unternehmung, 4. Aufl., Köln und Opladen 1961, S. 168.
 - 6) Vgl. Frucht, G., Allgemeine Betriebsuntersuchungen, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Hrsg. Seischab, H. und Schwantag, K., Bd. I, 3. Aufl., Stuttgart 1956, Sp. 899.

- 2) Möglichst breite Streuung der Programme hinsichtlich der verschiedenen Werkzeugmaschinenarten.⁷⁾
- 3) Technische Untersuchungsbedingungen, wie Möglichkeiten der Kontaktaufnahme und räumliche Nähe,

Es stellte sich heraus, daß bei einem rein empirischen Vorgehen eine Einsicht in die Veränderungen der Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmung als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren und der quantitative Nachweis dieser Veränderungen nicht in befriedigender Weise erreichbar waren: Abgesehen von gewissen tendenziellen Gemeinsamkeiten zeigten die Veränderungen in den einzelnen Unternehmen Unterschiede hinsichtlich ihrer Mannigfaltigkeit und Stärke; da die empirisch erfaßbaren Sachverhalte die Wirkungen eines Ursachenkomplexes darstellten⁸⁾, innerhalb dessen die Eigenart der der Rationalisierung dienenden Maschinen eine Ursache war, war eine strenge Abhängigkeit der festgestellten Veränderungen vom Bau der der Rationalisierung dienenden Maschinen auf empirischem Wege nicht nachweisbar. Jedoch konnte durch isolierende Betrachtung⁹⁾ der gesammelten

-
- 7) Die Unternehmen waren im einzelnen durch folgende Programme gekennzeichnet:
 1. Flachsleifmaschinen;
 2. Universalrundsleifmaschinen, Sondersleifmaschinen;
 3. Revolverdrehmaschinen, Drehautomaten, Langfräsmaschinen;
 4. Drehbänke, Kopierdrehbänke, Sonderdrehmaschinen;
 5. Gelenkspindelbohrmaschinen, Sonderbohr- und Fräsmaschinen, Transferstraßen;
 6. Sägen, Transferstraßen, Aufbaueinheiten;
 7. Kopierfräsmaschinen, Rundtischautomaten;
 8. Revolverdrehbänke, Drehautomaten;
 9. Zahnradfräsmaschinen;
 10. Großwerkzeugmaschinen: Karusseldrehbänke, Langfräsmaschinen, Sonderbohrmaschinen, Zahnradfräs- und Stoßmaschinen;
 11. Hobelmaschinen, Waagrecht-Bohr- und Fräswerke.
 - 8) Vgl. Wöhe, G., Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Meisenheim-Glan 1959, S. 69/70.
 - 9) Zur Isoliermethode vgl. Schmidt, F., Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden o.J., S. 19.

Erfahrungen, durch eingehende Untersuchung der Eigenarten der der Rationalisierung der Fertigungsverfahren dienenden veränderten Werkzeugmaschinen und durch Zuhilfenahme relevanter betriebswirtschaftlicher Tatsachen folgende Hypothese¹⁰⁾ gebildet werden:

- 1) Zwischen der Eigenart der der Rationalisierung dienenden Werkzeugmaschine und den durch sie verursachten Veränderungen besteht ein bestimmter - auch deduktiv zu folgender - Zusammenhang.
- 2) Die Stärke der Veränderungen in der Unternehmung variiert bei den verschiedenen Maschinen; Als Extrem können Universalmaschinen mit den schwächsten Veränderungen und Sondermaschinen mit den stärksten Veränderungen angesehen werden.
- 3) Um alle übrigen Einflußfaktoren auszuschalten, müssen die Veränderungen in strenger Abhängigkeit zur Eigenart der der Rationalisierung dienenden Maschinen gesehen werden.

Zur Verifizierung dieser Hypothese, d. h. zur Kontrolle einer Übereinstimmung der aus ihr abgeleiteten Folgerungen mit den vorgefundenen Tatsachen, wurde eine Unternehmung ausgewählt, die aufgrund ihres Programmes einen Vergleich der hinsichtlich ihrer Auswirkungen extremen Maschinenarten ermöglichte: Eine Unternehmung mit Universalmaschinen- und Sondermaschinenbau (Zahl der Beschäftigten über 500). Neben den an die Eigenart der Maschine gebundenen Veränderungen konnten auch die zeitabhängigen Veränderungen beim Übergang der Unternehmung vom Universalmaschinenbau auf den Sondermaschinenbau festgestellt werden. Die Untersuchung bestand in Gesprächen mit Personen auf allen Stufen der betrieblichen Hierarchie, von der Führungsspitze bis zum Sachbearbeiter, und in der Auswertung von Unterlagen vor allem des Rechnungswesens.

Um die hierbei in Abhängigkeit von der einzelnen Maschine gefundenen Veränderungen auch als bestimmend für den Aufbau der Gesamtunternehmung nachweisen zu können, wurden sodann eine Reihe zusätzlicher Unter-

10) Zur Verbindung von empirisch induktiver Methode mit isolierender Betrachtung und der deduktiven Methode in der Betriebswirtschaftslehre vgl. Wöhe, G., Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Meisenheim-Glan 1959, S. 66/69/70/86/87.

nehmungen untersucht mit

- a) einem relativ reinen Sondermaschinenprogramm,
- b) einem relativ reinen Universalmaschinenprogramm,
- c) einen gemischten Programm aus Maschinen, die hinsichtlich ihrer Wirkung zwischen den Universalmaschinen und Sondermaschinen einzuordnen waren.

Dabei können a) und b) als Grenztypen¹¹⁾ angesehen werden, d. h. als zwar in beschränkter Zahl vorkommende, aber als hinsichtlich ihres Programms eindeutig bestimmte Unternehmungen. Diese Untersuchung hatte z. T. die Form persönlicher Gespräche, z. T. konnten entsprechende Unterlagen des VDMA ausgewertet werden. Insgesamt handelte es sich hierbei um die gezielte Auswahl von 17 zusätzlichen Unternehmungen mit einer Betriebsgröße zwischen 500 und 1600 Beschäftigten. Mit den in die Untersuchung einbezogenen Sondermaschinenherstellern wurden rund 70 % der Gesamtproduktion der 1961 hergestellten Sondermaschinen erfaßt.

Überbetriebliche Tatbestände des Gesamtwerkzeugmaschinenbaus oder einzelner Herstellergruppen konnten schließlich durch Auswertung von Unterlagen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA ermittelt werden.

Im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten wurde versucht, möglichst viele Aussagen mit quantitativen Daten zu belegen. Für Zahlenwerte, die die zeitabhängige Veränderung in der Unternehmung beim Übergang zum Bau von Maschinen zeigen, die der Rationalisierung dienen, wurde als Basis das Jahr 1952 zugrunde gelegt, das in der Statistik als erstes Normaljahr nach dem Kriege gilt. Eine weitere Rückverlegung des Vergleichsjahres erschien nicht sinnvoll, da noch entfernter zurückreichende Unterlagen

11) Zur Bildung von Grenztypen: Haller, H., Typus und Gesetz in der Nationalökonomie, Stuttgart und Köln 1950, S. 16 ff. Zur Verwendung von Grenztypen in der betriebswirtschaftlichen Literatur vgl. Rießel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren in betriebswirtschaftlicher Sicht, Wiesbaden 1963, S. 27/28.

im Einzelfall schwer zu erlangen und infolge der ungeordneten Verhältnisse der ersten Nachkriegsjahre zudem wenig aussagekräftig sind. Die quantitativen Daten haben hinsichtlich Ihrer Repräsentation unterschiedlichen Charakter. Soweit es sich um Werte handelt, die nach der Statistik der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA ermittelt wurden, beziehen sie sich auf eine repräsentative Anzahl. Für alle übrigen Daten konnte eine derartige Zahl von Fällen, die eine Repräsentation im strengen Sinne sichern würde, im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten nicht untersucht werden. Indessen ist zu berücksichtigen, daß hierunter einmal eine Gruppe von quantitativen Daten ist, die in enger Abhängigkeit zu bestimmten Maschinenarten erfaßt wurde und die somit bis zu einem gewissen Grade frei von unternehmensindividuellen Einflüssen ist. Für eine weitere Gruppe von Daten, die sich auf die Gesamtunternehmung beziehen, führen von den ermittelten Werten unabhängige Überlegungen dazu, für diese Werte eine tendenzielle Gültigkeit über den untersuchten Fall hinaus auch für alle anderen Unternehmungen des entsprechenden Typs zu vermuten; ein Einblick in die Veränderungen des Gesamtwerkzeugmaschinenbaus ergibt sich in dem Maße aus diesen Daten, wie es gelungen ist, mit den Grenztypen des Universalmaschinenherstellers und Sondermaschinenherstellers extreme Auswirkungen einzufangen. Schließlich ist hinsichtlich der nicht repräsentativen Zahlenwerte zu beachten, daß sie nicht die Ausgangsbasis für die allgemeinen Folgerungen der Arbeit bilden, sondern daß sie vielmehr umgekehrt zur Verifizierung deduktiv entwickelter Schlüsse dienen.

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit wird mitbestimmt durch die der Untersuchung zugrunde liegenden Bedingungen. Da die Erkenntnisse über den Einfluß der Rationalisierung auf die Werkzeugmaschinen herstellende Unternehmung entscheidend auf der Prämisse beruhen, daß die Veränderungen abhängig sind von der Eigenart der verschiedenen Werkzeugmaschinen, bildet die nähere Analyse der der Rationalisierung dienenden Werkzeugmaschinen und ihres prinzipiellen Einflusses auf die Unternehmung die unerläßliche Grundlage für alle weiteren Darlegungen.

Dementsprechend ist im ersten Abschnitt der nähere Zusammenhang zwischen der Rationalisierung der Fertigungsverfahren einerseits und

der Gestaltung der Werkzeugmaschinen andererseits zu klären. Hierzu ist unter Zugrundelegung einer bestimmten Ausgangssituation (als welche die Fertigung von Universalmaschinen gewählt wurde) zu untersuchen, welche prinzipiellen Rationalisierungsmöglichkeiten - von denen die Automatisierung eine ist - bestehen. Sodann ist zu diskutieren, wieweit diese Möglichkeiten beim gegenwärtigen Stand der Technik durch konstruktive und funktionelle Veränderung der Universalmaschine zu verwirklichen sind; daraus ergibt sich das Spektrum der durch die Rationalisierung veränderten Werkzeugmaschinen.

Hierauf aufbauend können in einem zweiten Abschnitt diejenigen veränderten Merkmale der der Rationalisierung dienenden Werkzeugmaschinen herausgestellt werden, die für die Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers relevant sind. Dabei handelt es sich nur um eine begrenzte Zahl von veränderten Merkmalen, die in ihrer grundsätzlichen Ausprägung allen Werkzeugmaschinen gemeinsam, jedoch je nach Eigenart der Werkzeugmaschinen graduell differenziert sind. Sie sollen als Haupteinflußfaktoren bezeichnet werden.

Auf dieser Grundlage können dann in einem dritten Abschnitt die von den Einflußfaktoren verursachten Veränderungen in den Aufgaben des Werkzeugmaschinenherstellers dargelegt werden.

Im Abschnitt 4 werden die Veränderungen der produktiven Faktoren untersucht. Da die den Aufbau der Unternehmung bestimmenden produktiven Faktoren wesentlich von der Eigenart der Aufgaben geprägt werden, bilden hierfür die Überlegungen des vorangegangenen Abschnittes eine notwendige Voraussetzung.

Sind die Veränderungen der Aufgaben und produktiven Faktoren bekannt, so können sie in einem fünften Abschnitt kritisch beurteilt werden; dabei sollen auch Möglichkeiten, negativen Veränderungen entgegenzuwirken, in die Betrachtung mit eingeschlossen werden. Dementsprechend ergibt sich folgende Reihenfolge des Vorgehens:

- 1) Untersuchung der Veränderung der Werkzeugmaschinen als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren.
- 2) Herausstellung der Haupteinflußfaktoren bei der Produktion rationalisierter Werkzeugmaschinen.

- 3) Erörterung der Aufgabenveränderung in der Unternehmung.
- 4) Erörterung der Veränderungen im Aufbau der Unternehmung.
- 5) Beurteilung der Veränderungen.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist, die Veränderungen in der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers in ihrer ökonomischen Relevanz herauszustellen. Um eine eindeutige Abhängigkeit zwischen den Veränderungen und ihren Ursachen aufzuzeigen, erscheint es unerlässlich, die Betrachtungsweise wesentlich am konkreten sachlichen Geschehen innerhalb der Unternehmung zu orientieren.¹²⁾ Die Absicht, die Veränderungen in strenger Abhängigkeit zur Eigenart des Produktes darzustellen, die hohe Kompliziertheit der Werkzeugmaschinen und der stark technisch geprägte Charakter der Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmung bedingen dabei auch die Berücksichtigung technischer Gegebenheiten. Ihre Einbeziehung in die Betrachtung wird jedoch für gerechtfertigt gehalten, da sie letzten Endes einer Fundierung ökonomischer Überlegungen dient.¹³⁾

12) Die Darstellung folgt damit einer seit den 30er Jahren verstärkten Tendenz in der Betriebswirtschaftslehre, die auf die "Erfassung und Darstellung von konkreten betrieblichen Zusammenhängen" abzielt, s. Schwantag, K., "Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre" zu Erich Gutenbergs Buch, in: ZfB, 22. Jg., 1952, Nr. 1, S. 14. Zur ökonomischen Bedeutung einer Erfassung der konkreten Einzelercheinungen des Betriebsgeschehens vgl. Schneider, E., Das Zeitmoment in der Theorie der Produktion III, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Hrsg. Zwiedineck-Südenhorst, O.v. u. Albrecht, G., Bd. 144, Jena 1936, S.131. Die Bedeutung des Sachzusammenhangs im Betriebsgeschehen für die ökonomische Erkenntnis betonen auch u. a. : Riebel, P., Die Elastizität des Betriebes, Köln und Opladen 1954, S. 7; Waffenschmidt, W.G., Produktion, Meisenheim-Glan 1955, S. 176; Kalveram, W., Industriebetriebslehre, 7. Aufl., Wiesbaden 1960, S. 330.

13) Die Notwendigkeit, die Sachobjekte der Technik als Materialgrundlage zu berücksichtigen, unterstreicht z.B. Kalveram, W., a.a.O., S. 26.

Im Vergleich zu den Fragen, die mit dem Einsatz von automatisierten Werkzeugmaschinen, insbesondere von Transferstraßen, verbunden sind, haben die mit der Produktion dieser Maschinen verknüpften Probleme bisher in der Literatur geringe Beachtung gefunden. SELVE¹⁴⁾ berücksichtigt allgemein den technischen Fortschritt als Einflußfaktor in seiner Arbeit. Die Betrachtung zielt jedoch auf den makroökonomischen Strukturwandel im gesamten Maschinenbau ab. Soweit erkennbar, wurden die in dieser Arbeit behandelten Fragen erstmals von KNORR¹⁵⁾ anlässlich der Werkzeugmaschinenausstellung in Hannover 1960 skizziert. Die Arbeit von SIEBEL und HETZLER¹⁶⁾ behandelt unter vorwiegend soziologischem Aspekt die innerbetrieblichen Funktionen und die Personalbesetzung im Maschinenbaubetrieb. Sie fußt auf den Erfahrungen und Untersuchungen aus Betrieben, deren Programme sich auf verschiedene Fachzweige des Maschinenbaus erstrecken und umfaßt somit einen weiteren Untersuchungsbereich als die vorliegende Arbeit, die sich ausschließlich auf den Werkzeugmaschinenbau bezieht. Eine kausale Abhängigkeit zwischen dem Rationalisierungseffekt der hergestellten Produkte, ihrer Eigenart und den gefundenen Ergebnissen wird nicht hergestellt. Bei einer Behandlung der Kooperationsmöglichkeiten von mittelständischen Maschinenbau-Unternehmungen legt BECKER¹⁷⁾ die Herstellung von Sondermaschinen zugrunde. Da sich die vorliegende Untersuchung auf Betriebsgrößen mit über 300 Beschäftigten beschränkt, stellt der Aufsatz von BECKER eine Ergänzung hinsichtlich der Sondermaschinenfertigung in kleineren Unternehmungen dar.

-
- 14) Selve, H. E., Strukturwandlungen der westdeutschen Maschinenindustrie in der Nachkriegszeit, Diss. Köln 1957.
 - 15) Knorr, M., Strukturwandel im Werkzeugmaschinenbau, in: Werkstattstechnik, 50. Jg., 1960, H. 12, S. 633 - 635.
 - 16) Siebel, W., Hetzler, H. W., Innerbetrieblicher Funktionszusammenhang und Berufsqualifikation, Köln und Opladen 1962.
 - 17) Becker, G., Möglichkeiten und Grenzen der Kooperation von mittelständischen Maschinenbau-Unternehmungen, Sonderdruck aus: Aktuelle Probleme und zukünftige Aspekte genossenschaftswissenschaftlicher Forschung, in: Quellen und Studien des Instituts für Genossenschaftswesen an der Universität Münster, Hrsg. Seraphim, H.-J., Bd. 14, Karlsruhe 1962, S. 27 - 43.

1. Die Veränderung der Werkzeugmaschine als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren

=====

1.1 Ausgangspunkte der Betrachtung

1.11 Grundlegende Begriffe

Zweck der Fertigung ist die Umwandlung von Ausgangsstoffen in Endprodukte bestimmter Art. Zur Umwandlung werden menschliche Arbeitsleistung und Betriebsmittel (technische Apparatur eines Betriebes¹⁸⁾) eingesetzt. Unter dem Begriff "Fertigungsverfahren" soll in Anlehnung an E. SCHÄFER¹⁹⁾ und P. RIEBEL²⁰⁾ die planvolle und wiederholbare Art und Weise des Vorgehens, um eine gegebene Fertigungsaufgabe zu lösen, verstanden werden.

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich auf die Betrachtung von Fertigungsverfahren, bei denen aus metallischen Stoffen durch spanabhebende Bearbeitung auf Werkzeugmaschinen Werkstücke mit eindeutig definierter geometrischer Form erzeugt werden. Sie können damit hinsichtlich ihrer Einsatzstoffe und Erzeugnisse zu den Stückgut-Verfahren, hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Einsatzstoffe zu den Stoffumformungsverfahren, hinsichtlich ihrer Stoffverwertung zu den zerlegenden Verfahren und hinsichtlich ihres technologischen Bereichs zu den mechanischen Verfahren²¹⁾ eingeordnet werden.

18) Gutenberg, E., Grundlagen, ..., Bd. I, a.a.O., S. 2.

19) Vgl. Schäfer, E., Absatzwirtschaft, in: Handbuch der Wirtschaftswissenschaften, Hrsg. Hax, K. und Wessels, Th., Bd. 1, Köln und Opladen 1958, S. 363.

20) Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren in betriebswirtschaftlicher Sicht, Wiesbaden 1963, S. 13.

21) Zur Gliederung der Verfahren nach der Gestalt der Einsatzstoffe, der Wirkung, der Stoffverwertung und des technologischen Bereichs s. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 53, S. 33, S. 55, S. 76.

Die in der Zeiteinheit erzeugten Werkstücke bestimmter Art stellen die Leistung, der mit dem Verbrauch von menschlichen Arbeitsleistungen, Werkstoffen und Betriebsmitteln verbundene Wertverzehr die Kosten des Fertigungsverfahrens dar. Das Verhältnis zwischen der günstigsten Kostensituation und der tatsächlich realisierten Kostensituation bezogen auf eine bestimmte Leistung ist das Maß für die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsverfahrens. 22) 23)

Versteht man unter "Rationalisierung": Maßnahmen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit²⁴⁾, so bedeutet "Rationalisierung der Fertigungsverfahren" eine derartige Veränderung der Fertigungsverfahren, daß in der Fertigung mit verringerten Kosten gleiche Leistungen oder bei gleichen Kosten erhöhte Leistungen erzielt werden. Mit dem Ziel einer Rationalisierung der Fertigungsverfahren kann eingewirkt werden auf den Werkstoff, auf die menschlichen Arbeitsleistungen und auf die Werkzeugmaschine. Für die vorliegende Untersuchung interessieren nur die Rationalisierungsmöglichkeiten der Fertigungsverfahren, die mit einer konstruktiven und funktionellen Veränderung der Werkzeugmaschine verbunden sind.

22) Gutenberg, E., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1958, S. 31.

23) Mit Gutenberg soll der Begriff der Wirtschaftlichkeit auf den technisch-organisatorischen Bereich des betrieblichen Geschehens beschränkt bleiben und nicht auf Marktvorgänge (Preisveränderungen) ausgedehnt werden, wie etwa bei Seischab, H., Produktivität und Wirtschaftlichkeit der Betriebe, in: ZfB, 23. Jg., 1953, Nr. 8/9, S. 509.

24) Zu dieser Auffassung des Begriffes Rationalisierung vgl. Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, Handbuch der Rationalisierung, bearbeitet von F. Reuter, 3. Aufl., Wien und Berlin 1932, Geleitwort, o. S., zit. bei Jodas, G., Vereinigungen und Gemeinschaftsmaßnahmen von Unternehmungen zum Zwecke der Rationalisierung, Diss. Berlin 1958, S. 13; Kunze, H. H., Rationalisierung, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Hrsg. Seischab, H. und Schwantag, K., Bd. III, 3. Aufl., Stuttgart 1960, Sp. 4530 - 4536; Jodas, G., a. a. O., S. 13

1.12 Wahl einer Ausgangssituation

Welche Rationalisierungsmöglichkeiten der Fertigungsverfahren und welche damit verbundenen Veränderungen der Werkzeugmaschinen gefunden werden, hängt davon ab, welche Ausgangssituation als Vergleichsbasis gewählt wird. Die Ausgangssituation soll so gewählt werden, daß die Veränderungen im Unternehmen des Werkzeugmaschinenherstellers, die aus einer Veränderung der Werkzeugmaschine resultieren, für den Zeitraum zwischen Kriegsende und Gegenwart erfaßt werden können. Das bedingt, daß die Ausgangssituation zeitlich festgelegt wird mit den ersten Nachkriegsjahren.

Unter der Annahme, daß gleichzeitig Fertigungsverfahren unterschiedlicher Rationalisierungsstufe in der Industrie nebeneinander bestehen, soll als weiteres kennzeichnendes Merkmal der Ausgangssituation ein Fertigungsverfahren gewählt werden, dessen Rationalisierungsstufe für den gewählten Vergleichszeitpunkt als normal anzusehen ist: nämlich dasjenige Fertigungsverfahren, das bei einer Verwendung von Universalwerkzeugmaschinen gegeben ist.

Eine Abgrenzung des Begriffs "Universalwerkzeugmaschinen" kann nur im weiten Rahmen gegeben werden. Mit GUTENBERG sollen unter Universalwerkzeugmaschinen Maschinen verstanden werden, "die für eine Vielzahl verschiedenartiger Formen von Arbeiten einer bestimmten Art verwendbar sind". 25) 26)

25) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 331.

26) Zu dieser Auffassung des Begriffes Universalwerkzeugmaschine vgl. auch: Hax, K., Industriebetrieb, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Hrsg. E.v. Beckerath u.a., 5. Bd., Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1956, S. 253.

Riebel, P., Die Elastizität ..., a.a.O., S. 122.

Rögnitz, H., Elemente und Ausrüstung der Werkzeugmaschinen, Einführung, in: Betriebshütte, Hrsg. Akademischer Verein Hütte, e.V., Bd. 1, 5. Aufl., Berlin 1957, S. 550.

Im einzelnen sollen zu den Universalmaschinen gerechnet werden: Einständer-Hobelmaschinen, Zweiständer-Hobelmaschinen, Waagrecht-Stoßmaschinen, Senkrecht-Stoßmaschinen, Räummaschinen; Spitzendrehmaschinen, Karusseldrehmaschinen, Kleindrehmaschinen, Plandrehmaschinen, Tisch-, Säulen-, Ständerbohrmaschinen, Radial-

1.13 Kennzeichnung der Ausgangssituation

1.130 Vorbemerkung

Für die weitere Betrachtung reicht indessen die Kennzeichnung der Ausgangssituation allein nach der Art der verwendeten Werkzeugmaschine nicht aus; Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschine der Ausgangssituation bedürfen vielmehr einer eingehenderen Untersuchung. Bei dieser Untersuchung soll vom Fertigungsverfahren ausgegangen werden. Die Art und Weise des Vollzugs der Fertigung ist so "vielgestaltig und vielschichtig", daß zu ihrer Charakterisierung mehrere verschiedene Kriterien herangezogen werden müssen.²⁷⁾ Um das Fertigungsverfahren der Ausgangssituation hinreichend für die weitere Untersuchung zu kennzeichnen, sollen

bohrmaschinen;

Handhebelfräsmaschinen, Konsolfräsmaschinen, Werkzeugfräsmaschinen, Waagrecht-Bohr- und Fräswerke;

Kalt- und Warmkreissägemaschinen, Bügelsägemaschinen, Hub- und Bandsägemaschinen, Feilmaschinen;

Außen-Rundschleifmaschinen, Innen-Rundschleifmaschinen, Flachschleifmaschinen, Werkzeugschleifmaschinen.

Es handelt sich hierbei um eine Auswahl aus der Gesamtheit der von der Statistik erfaßten Werkzeugmaschinenarten mit den in der Statistik üblichen Benennungen (Amtliche Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes und VDMA-Maschinenbau-Statistik; vgl. Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA)(Hrsg.), Statische Zahlen aus dem Werkzeugmaschinenbau, Werkzeugmaschinenstatistik 1950 - 1959, (Frankfurt a. M.) o. J.

Einzelne Maschinenarten lassen sich nicht immer eindeutig unter den Oberbegriff "Universalwerkzeugmaschine" einordnen; entscheidend für ihre Auswahl war in diesem Falle ihre Zugehörigkeit zu einer ungefähr gleichen Rationalisierungsstufe.

27) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, Stuttgart 1959, S. 68.

folgende Kriterien ²⁸⁾ verwendet werden:

- 1) der technologische Vorgang
- 2) die Kontinuität des Arbeitsablaufes,
- 3) die Art des Zusammenwirkens von menschlicher und maschineller Arbeit.

Auf eine nähere Betrachtung der Fertigungsverfahren nach der Wirkung auf die eingesetzten Stoffe, der Gestalt der Einsatzstoffe und der Art der Stoffverwertung ²⁹⁾ kann verzichtet werden, da Veränderungen des Fertigungsverfahrens unter diesen Aspekten nicht zum Problemkreis der Untersuchung gehören. Die Charakterisierung nach der gleichzeitig produzierten Menge gleichartiger Erzeugnisse ³⁰⁾ in Massenfertigung, Einzelfertigung, Sorten- und Serienfertigung erscheint nicht zweckmäßig: Da sich die verschiedenen Werkzeugmaschinenarten hinsichtlich ihrer technischen Eignung zur Erzeugung bestimmter Mengen nur in weiten Grenzen unterscheiden ³¹⁾, werden durch das Kriterium der gleichzeitig produzierten Menge gleichartiger Erzeugnisse mehr die wirtschaftlichen Bedingungen für die Anwendung des Verfahrens als verfahrenstechnische

-
- 28) Zur Verwendung dieser Kriterien zur Kennzeichnung des Fertigungsverfahrens vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 68 - 81; Hax, K., Industriebetrieb, a.a.O., S. 250/251. Neben anderen Kriterien benutzen auch diese: Koch, H., Betriebliche Planung, Wiesbaden 1961, S. 53; Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 25.
- 29) Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 25.
- 30) Vgl. Beste, Th., Fertigungsverfahren, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Hrsg. Seischab, H. und Schwantag, K., Bd. 1, 3. Aufl., Stuttgart 1956, Sp. 1766.
- 31) Zur technisch bedingten Abhängigkeit der Erzeugungsverfahren von der Menge vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 26.

Unterscheidungsmerkmale sichtbar gemacht.^{32) 33)}

Der besondere Zweck der Untersuchung von Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschine, nämlich eine Ausgangsbasis für weitere Überlegungen zu schaffen, bedingt eine von der in der betriebswirtschaftlichen Literatur üblichen Behandlung der Fertigungsverfahren zum Teil abweichende Betrachtung. Während es dort vor allem darum geht, charakteristische Unterscheidungsmerkmale verschiedener Fertigungsverfahren herauszustellen, liegt der Akzent dieser Betrachtung darauf, diejenigen Eigenarten des Fertigungsverfahrens sichtbar zu machen, an denen Rationalisierungsbestrebungen ansetzen können. Das erfordert ein umfangreicheres Eingehen auf Einzelheiten des Fertigungsverfahrens. Da im Sinne dieser Untersuchung diejenigen Rationalisierungsmöglichkeiten relevant sind, die durch eine Veränderung des konstruktiven Aufbaus der Werkzeugmaschine zu erreichen sind, ist es unerlässlich, die technischen Bedingtheiten des Verfahrens in die Betrachtung mit einzubeziehen; so besonders bei der Behandlung des technologischen Vorganges und des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine.

Die folgende Art der Darstellung des Fertigungsverfahrens ist also wesentlich bestimmt durch das Ziel, für die Untersuchung der folgenden Kapitel 1.2 und 1.3 eine Ausgangsbasis zu schaffen, so daß bei der Darstellung möglicher Rationalisierungsmaßnahmen (1.2) und der technischen Verwirklichung der Rationalisierungsmöglichkeiten (1.3) an die hier zu behandelnden konkreten Daten angeknüpft werden kann.

32) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 70, S. 74; vgl. auch Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 25, 26.

33) Geeigneter dürfte das Kriterium der Menge gleichartiger Produkte hingegen sein für die Bildung von Betriebstypen, wie etwa bei Hax, K., Industriebetrieb, a.a.O., S. 243; Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. 1, 3. Aufl., Freiburg i.Br. 1958, S. 45; Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. II, 3. Aufl., Freiburg i.Br. 1958, S. 98; Kalveram, W., Industriebetriebslehre, a.a.O., S. 38; Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung und Vorbereitungsgrad, in: ZfhH, NF, 15. Jg., 1963, H. 10, S. 481

1.131 Der technologische Vorgang

Der technologische Vorgang bei der spanabhebenden Bearbeitung kann gekennzeichnet werden mit den Merkmalen: Art der Arbeitsbewegungen, Art des Werkzeugs, Zerspanungsleistung und Arbeitsgenauigkeit. Es wird angenommen, daß sich Arbeitsbewegungen und Werkzeuge nicht geändert haben. Als Zerspanungsleistung des Vergleichszeitpunktes wird diejenige zugrunde gelegt, die der Verwendung von Schnellstahl entspricht. Hinsichtlich der Genauigkeit im Vergleichszeitpunkt sind allgemeingültige Angaben schwer zu machen; für Drehen auf mittelschweren Drehbänken kann etwa eine Genauigkeit von IT6³⁴⁾, für Rundschleifen von IT3 angenommen werden.³⁵⁾

Mit dem technologischen Vorgang ist der konstruktive Aufbau der Werkzeugmaschine eng verbunden. Auf seine Darstellung im Vergleichszeitpunkt kann verzichtet werden, da die Veränderungen im konstruktiven Aufbau an späterer Stelle behandelt werden.

1.132 Die Kontinuität des Arbeitsablaufes

Im folgenden soll zunächst die Kontinuität des Arbeitsablaufes am einzelnen Werkstück³⁶⁾, sodann an der einzelnen Werkzeugmaschine³⁷⁾ betrachtet werden.³⁸⁾

34) Die Grundtoleranz IT6 (IT3) entspricht im Nennmaßbereich von 30 - 50 mm einer Toleranz von 16/1000 mm (4/1000 mm).

35) Kienzle, O., Genauigkeitsansprüche des Konstrukteurs und ihre Verwirklichung durch die Fertigung, in: Industrie-Anzeiger, 82. Jg., 1960, Nr. 62, S. 1024.

36) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 93.

37) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 31 - 34.

38) Zu einer Unterscheidung des Fertigungsablaufes nach der Kontinuität bzw. nach dem Auftreten von Unterbrechungen vgl. auch: Nowak, P., Bestimmungen der Betriebsindividualität mit Hilfe von Betriebsgliederungen, in: ZfhF, NF, 6. Jg., 1954, H. 10, S. 498; Maynard, H.H., Weidler, W.C., An Introduction to Business Management, New York 1951, S. 372.

Ein kontinuierlicher Bearbeitungsablauf am einzelnen Werkstück liegt im strengen Sinne dann vor, wenn alle zur Stoffumformung des Werkstückes erforderlichen Arbeitsgänge lückenlos aneinanderschließen, so daß Bearbeitungszeit und Durchlaufzeit zusammenfallen. Im weiteren Sinne soll jedoch auch da noch von einem kontinuierlichen Arbeitsablauf gesprochen werden, wo die Bearbeitungsgänge durch Transportvorgänge unterbrochen werden.³⁹⁾ Zur Fertigbearbeitung eines Werkstückes sind meist mehrere technologische Verfahren (Drehen, Bohren usw.) und dementsprechend der Einsatz mehrerer verschiedener Maschinenarten erforderlich. Für das Fertigungsverfahren der Ausgangssituation wird angenommen, daß Unterbrechungen des Arbeitsfortschrittes am einzelnen Werkstück durch Liegezeiten eintreten, die zwischen Arbeitsgängen anfallen, die auf verschiedenen Maschinen ausgeführt werden.⁴⁰⁾ Diese Unterbrechungen ergeben sich aus organisatorischen Gründen normalerweise dann, wenn gleiche Maschinenarten in einer Werkstatt zusammengefaßt werden, d. h. wenn nach dem Prinzip der Werkstattfertigung gearbeitet wird.⁴¹⁾ Es seien ferner Unterbrechungen aufgrund von verfahrensbedingten Störungen des Arbeitsablaufes gegeben.

Von einem kontinuierlichen Arbeitsablauf an der einzelnen Maschine soll dann gesprochen werden, wenn die einzelnen Arbeitsoperationen (Schnitt-

39) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a. a. O., S. 93.

40) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a. a. O., S. 111.

41) In der betriebswirtschaftlichen Literatur werden die hier betrachteten Zusammenhänge häufig in der Weise dargestellt, daß von der räumlichen Anordnung der Betriebsmittel ausgegangen wird, vgl. z. B. Mel-lerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. 2, a. a. O., S. 127. Indessen bietet eine Darstellung, die die Kontinuität des Fertigungsverfahrens in den Vordergrund stellt, bessere Ansatzmöglichkeiten für eine Diskussion der Rationalisierungsmöglichkeiten. Außerdem bildet nach Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 76 die räumliche Anordnung der Betriebsmittel nur das äußere Kennzeichen für einen inneren Sachverhalt, zu dessen Darstellung Gutenberg auch u. a. den Begriff des "kontinuierlichen Fertigungsprozesses" benutzt.

bewegung, Vorschub, Zustellung) zur Bearbeitung aufeinanderfolgender Werkstücke lückenlos aneinanderschließen. Für das Fertigungsverfahren der Ausgangssituation wird angenommen, daß Unterbrechungen des Arbeitsablaufes eintreten in erster Linie beim Auf- und Abbau der "statischen Einrichtung" der Maschine, sodann bei verfahrensbedingten Störungen des Ablaufes und bei Arbeiten der Instandhaltung der Maschine.⁴²⁾ Unter "statischer Einrichtung" ist der durch kurzfristig durchführbare Anpassung an einen bestimmten Bearbeitungsablauf erzielte, ohne Eingreifen äußerer Kräfte nicht abzubauenende Ausgangszustand der Werkzeugmaschine zu verstehen.^{43) 44)} Ein Auf- und Abbau der statischen Einrichtung wird erforderlich, wenn die Zeitdauer zwischen dem Auftreten gleichartiger Arbeitsgänge, für die die gleiche Einrichtung genutzt werden kann, so groß ist, daß inzwischen andersartige Operationen auf der Maschine durchgeführt werden müssen.

1.133 Die Art des Zusammenwirkens von menschlicher und maschineller Arbeit

Bei der spanabhebenden Fertigung auf Werkzeugmaschinen wirken Mensch und Maschine zusammen. Fertigungsverfahren lassen sich daher charakterisieren durch die Art der Verteilung der verschiedenen Arbeitsvorgänge auf Mensch und Maschine und durch die Art der Verknüpfung von menschlicher

42) Unterbrechungen aufgrund der besonderen Gestaltung der Arbeitszeit - sowohl der an der einzelnen Maschine, wie auch der des gesamten Betriebes-, die bei Hax, K., Die Betriebsunterbrechungsversicherung, Köln und Opladen 1949, S. 30 zur Unterscheidung von kontinuierlichen und intermittierenden Verfahren verwendet werden, sind für diese Untersuchung irrelevant.

43) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 34.

44) Z.B. Einsetzen von Wechselrädern für eine bestimmte Geschwindigkeit der Arbeitsbewegung, Einspannen für die Bearbeitung geeigneter Werkzeuge, Anpassen der Spanneinrichtung an die Größe des Werkstückes, Heranführen des Werkzeuges an das Werkstück in die zur Bearbeitung geeignete Ausgangslage.

und maschineller Arbeit.⁴⁵⁾ Dementsprechend läßt sich das der Vergleichssituation zugrunde gelegte Fertigungsverfahren in folgender Weise kennzeichnen:

Schnittbewegung und Vorschubbewegung werden durch maschinelle Kraft erzeugt; die eigentliche Zerspanungsarbeit wird also von der Maschine geleistet. Die Führung von Werkzeug und Werkstück auf den vorgesehenen Bahnen erfolgt durch die Führungsglieder der Maschine. Handhabung und Transport des Werkstückes werden teilweise von Fördermitteln übernommen. Alle übrigen Arbeiten sind vom Menschen auszuführen, wobei physische und psychische Fähigkeiten in unterschiedlicher Weise beansprucht werden: Muskelkraft ist aufzuwenden beim Transport und bei der Handhabung der Werkstücke, beim Einrichten der Maschine, beim Betätigen der Bedienungsorgane der Maschine und bei bestimmten Nebentätigkeiten, wie z. B. Entgraten der Werkstücke. Geistige Fähigkeiten werden benötigt beim Überlegen der Arbeitsfolge, beim Einstellen der zur Zerspanung erforderlichen Daten an den Bedienungsorganen und bei der Überwachung des Bearbeitungsvorganges.⁴⁶⁾

Die so durch Verteilung von menschlicher und maschineller Arbeit gekennzeichnete verfahrensmäßige Situation soll noch näher untersucht werden im Hinblick auf die besondere Verknüpfung von menschlicher und maschineller Arbeit.⁴⁷⁾ Durch Betätigen der Bedienungsorgane gibt der Mensch bestimmte Daten "Sollgrößen" ("Führungsgrößen")⁴⁸⁾ in die Maschine. Diese Daten ergeben sich aus den Angaben des Arbeitsplanes, der Zeichnung und der Erfahrung des Arbeiters - sie stellen somit Datenspeicher dar. Die Sollgrößen

45) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 72.

46) Zur Charakterisierung dieser besonderen Art der Verteilung von menschlicher und maschineller Arbeit auf verschiedene Arbeitsgänge vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 72/73; Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren..., a. a. O., S. 118.

47) Da die Art dieser Verknüpfung wesentlich die Möglichkeiten der Automatisierung bestimmt, erscheint es zweckmäßig, die folgenden Überlegungen unter dem Aspekt der Regeltechnik anzustellen, um bei der Behandlung der Automatisierung hieran leichter anknüpfen zu können.

48) Oppelt, W., Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge, 3. Aufl., Weinheim 1960, S. 1 ff., S. 13/14.

werden über den Mechanismus der Maschine zu einer durch das jeweilige Maß und die jeweilige Form des bearbeiteten Werkstückes bestimmten "Regelgröße"⁴⁹⁾ transformiert.

Bei diesem Steuervorgang zeigt sich im konkreten Fall, daß nach der Bearbeitung die tatsächliche Werkstückform und die tatsächlichen Werkstückabmessungen (Regelgröße) nicht mit den durch die Zeichnung gegebenen Sollgrößen übereinstimmen. Die Ursache der Abweichung sind Störgrößen, die in Form der begrenzten Arbeitsgenauigkeit der Maschine auf die Regelgröße einwirken und eine Identität von Regelgröße und Sollgröße verhindern. Diese Fehlerursachen führen dazu, daß das Werkstück nach Form und Größe nicht in einem Schritt durch "Voreinstellen der Daten" gefertigt werden kann, sondern nur durch ein "Herantasten"⁵⁰⁾. Hierbei wird das Werkstück nach jedem Arbeitsgang vom Arbeiter gemessen; aus der Differenz von Ist- und Soll-Maß ergibt sich dann die weitere Zustellung. Damit liegt ein geschlossener Regelkreis vor: Die durch Störgrößen verursachte Abweichung der Regelgröße von der Soll-Größe wird vom Menschen zu einer Korrektur der Regelgröße benutzt. Die so gekennzeichnete Verknüpfung von Mensch und Maschine soll als "Handregelung"⁵¹⁾ bezeichnet werden.^{52), 53)} Darüber hinaus wirkt der Mensch noch in einem weiteren Sinne als Glied eines Regelkreises; dann nämlich, wenn unvorhergesehene Zwischenfälle

49) Oppelt, W., a. a. O., S. 1 ff., S. 13/14.

50) Vgl. Dolezalek, C. M., Automatisierung in der industriellen Fertigung, in: Betriebshütte, Hrsg. Akademischer Verein Hütte, e. V., Bd. II, 5. Aufl., Berlin 1957, S. 622.

51) DIN Begriffslexikon, Hrsg. Deutscher Normenausschuß (DNA), Berlin-Köln-Frankfurt a. M. 1961, S. 320.

52) Vgl. Mohr, O., Grundbegriffe und Beispiele für Steuerungen und Regelungen an Werkzeugmaschinen, in: Industrie-Anzeiger, 78. Jg., Nr. 54, S. 790.

53) Im Hinblick auf die scharfe Unterscheidung der Begriffe Steuern und Regeln in der Regeltechnik nach DIN 19226 erscheint ein Abweichen von dem von Gutenberg und Riebel (Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 73; Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren..., a. a. O., S. 118) verwendeten Begriff "manuelle Steuerung" für die obige verfahrensmäßige Situation gerechtfertigt; vgl. hierzu DIN Begriffslexikon, a. a. O., S. 320: "Regelung und Steuerung unterscheiden sich

(z.B. Werkzeugbruch) von ihm behoben werden. Selbstverständlich stellt die so gekennzeichnete Rationalisierungsstufe, die für diese Untersuchung den Rationalisierungsgrad Null bilden soll, hinsichtlich der Gesamtentwicklung der Fertigungsverfahren schon einen bedeutenden Rationalisierungsfortschritt dar, der vor allem auf dem maschinellen Antrieb der Schnitt- und Vorschubbewegung und der mechanischen Führung des Werkzeuges bzw. des Werkstückes durch die Maschine beruht.⁵⁴⁾

Zusammenfassung

Zusammenfassend ergibt sich somit folgende Kennzeichnung der Ausgangssituation hinsichtlich Werkzeugmaschine und Fertigungsverfahren:

Verwendung von Universalwerkzeugmaschinen mit dem in der ersten Nachkriegszeit üblichen konstruktiven Aufbau; Arbeit mit Schnellstahl und entsprechenden Zerspanungsleistungen; bestimmte Genauigkeit der Bearbeitung; Unterbrechungen im Fertigungsablauf bei der Fertigbearbeitung des einzelnen Werkstückes und beim Arbeitsablauf der einzelnen Maschine ; Verteilung von menschlicher und maschineller Arbeit, bei der die Zerspanungsarbeit im wesentlichen von der Maschine geleistet wird; Verknüpfung von menschlicher und maschineller Arbeit in Form der Handregelung.

grundsätzlich durch ihren Wirkungsablauf. Während sich die Regelung stets in einem geschlossenen Wirkungsablauf vollzieht, liegt bei der Steuerung ein offener Wirkungsablauf vor. Der Eingriff erfolgt bei der Steuerung nicht aufgrund einer Messung der beeinflussten Größe".

54) Vgl. z.B. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 117; Waffenschmidt, W.G., Technik und Wirtschaft, Jena 1928, S. 203/204.

1.2 Grundsätzliche Rationalisierungsmöglichkeiten der Fertigungsverfahren bei gegebener Ausgangssituation

1.20 Vorbemerkung

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die der Ausgangssituation zugrunde liegenden Fertigungsverfahren gekennzeichnet wurden, ist nun zu überlegen, welche prinzipiellen Rationalisierungsmöglichkeiten für diese Fertigungsverfahren bestehen. Entsprechend der eingangs gegebenen Definition zielen die Rationalisierungsmaßnahmen darauf ab, die Kosten für die bei der Fertigung eingesetzten Faktoren menschliche Arbeitsleistung, Betriebsmittel und Werkstoff bei gleicher Leistung zu senken oder mit gleichen Kosten der Faktoren eine höhere Leistung zu erbringen, d.h. die Stückkosten zu senken. Im Sinne dieser Untersuchung sind nur die Rationalisierungsmöglichkeiten relevant, die mit einer qualitativen Änderung des Produktionsfaktors Werkzeugmaschine verbunden sind.

Bevor jedoch auf die Rationalisierungsmöglichkeiten eingegangen wird, ist es zweckmäßig, zunächst die Einflüsse zu untersuchen, die sich aus den besonderen fertigungs- und absatzmäßigen Bedingungen des einzelnen Betriebes auf die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsverfahrens ergeben.

1.21 Betriebsindividuelle Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit des Fertigungsverfahrens

1) Werden durch die Anschaffung von Betriebsmitteln, die ein rationalisiertes Verfahren repräsentieren, schon vorhandene Betriebsmittel ersetzt, so gehen in die Wirtschaftlichkeitsrechnung, die über den Ersatz entscheidet, der jährliche Kapitaldienst und die jährlichen Betriebsausgaben ein für die neuen und die alten Betriebsmittel; damit werden auch die Restwerte der alten Betriebsmittel im Kalkulationszeitpunkt und am Ende ihrer Lebens-

zeit zu einem die Wirtschaftlichkeitsrechnung bestimmenden Faktor.⁵⁵⁾

2) Da die Wirtschaftlichkeitsrechnung auf Zahlungsreihen aufbaut, die der Zukunft angehören, wird sie weiter von individuellen Erwartungen hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung von Mengen und Preisen beeinflusst. Schließlich ist sie von irreduziblen Faktoren (etwa sozialen Rücksichten, Unternehmungslust, Liquidität) abhängig, die ebenfalls betriebsindividuellen Charakter tragen.⁵⁶⁾

3) Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß zwischen den Stückkosten und der Erzeugnismenge eines Verfahrens eine bestimmte Funktion besteht, die je nach Verfahren verschieden ist. Diesen Sachverhalt veranschaulicht Abb. 1, in der die Stückkosten (k) über der Produk-

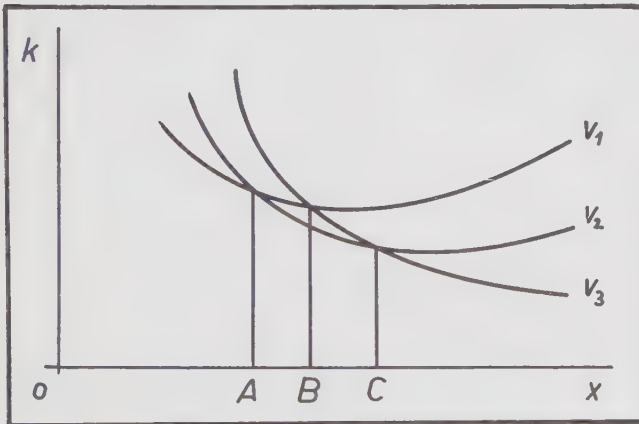


Abb. 1⁵⁷⁾: Abhängigkeit der Stückkosten von der Produktmenge bei verschiedenen Verfahren

55) Schneider, E., Wirtschaftlichkeitsrechnung, Theorie der Investition, 4. Aufl., Tübingen und Zürich 1962, S. 100.

56) Schneider, E., a.a.O., S. 125 ff.

57) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 84.

tionensmenge (x) für drei verschiedene Verfahren aufgetragen sind. Ein Verfahren ist jeweils dann wirtschaftlicher als ein anderes, wenn seine Stückkostenkurve unterhalb der des verglichenen Verfahrens verläuft. In der Abb. 1 bedeutet das, daß das Verfahren v_2 bei der Menge A wirtschaftlicher wird als das Verfahren v_1 und bei der Menge C unwirtschaftlicher wird als das Verfahren v_3 . Demnach ist das Verfahren v_2 nur wirtschaftlich bei Mengen, die zwischen den "kritischen Mengen" A und C liegen.⁵⁸⁾ Das bedeutet aber, daß die im jeweiligen Unternehmen gegebene Erzeugnismenge eine wesentliche Einflußgröße für die Wirtschaftlichkeit eines neuen Verfahrens ist.

4) Jedes Fertigungsverfahren hat eine bestimmte Anpassungsfähigkeit ("fertigungstechnische Elastizität"⁵⁹⁾) an Änderungen von Erzeugnismengen und Erzeugnisqualitäten⁶⁰⁾. Diesen Sachverhalt zeigt für die Erzeugnismengenvariation die Abb. 2.

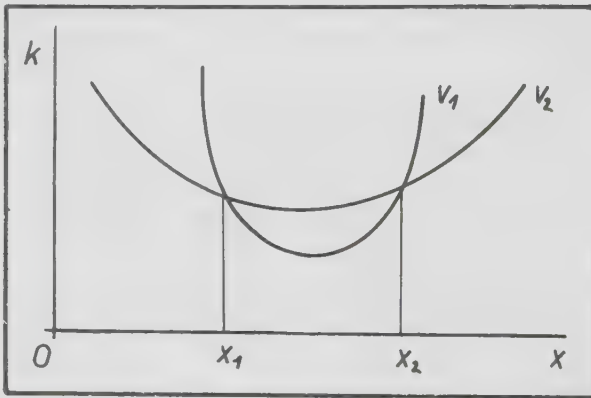


Abb. 2⁶¹⁾: Stückkosten in Abhängigkeit von der Erzeugnismenge

58) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 84.

59) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 331/332.

60) Vgl. Riebel, P., Die Elastizität ..., a.a.O., S. 306.

61) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 332.

Beim Verfahren v_1 verändern sich die Stückkosten mit wechselnden Erzeugnismengen stärker als beim Verfahren v_2 ⁶²⁾. Ist die Schwankung der Erzeugnismenge klein und innerhalb von $x_1 \times x_2$, so ist das Verfahren v_1 das geeignetere, während bei starker Variation der Erzeugnismenge das Verfahren v_2 mit der höheren Elastizität das günstigere ist. "Die vorhandene fertigungstechnische Elastizität erreicht dann ihr Optimum, wenn sie in günstiger Weise den besonderen absatzwirtschaftlichen Bedingungen eines Betriebes entspricht" ⁶³⁾. Das bedeutet, daß die besonderen Schwankungen in der Erzeugnismenge und -qualität des einzelnen Betriebes eine weitere Bedingungen für die Wirtschaftlichkeit eines bestimmten Verfahrens sind.

5) Die vorangegangenen Überlegungen haben gezeigt, daß die Restwerte der alten Betriebsmittel, Erwartungen hinsichtlich der Entwicklung der Zahlungsreihen, irreduzible Faktoren, die absolute Größe der Produktmenge und Veränderungen in Produktmenge und -qualität als betriebsindividuelle Bedingungen die Wirtschaftlichkeit eines neuen Fertigungsverfahrens wesentlich mitbestimmen. Da das Ziel der folgenden Überlegungen indessen das Auffinden von grundsätzlichen Rationalisierungsmöglichkeiten ist, müssen diese durch den einzelnen Betrieb gegebenen Bedingungen aus der weiteren Betrachtung ausgeschieden werden.

1.22 Rationalisierungsmöglichkeiten ohne Substitution der Faktoren

Um zu erkennen, in welcher Weise prinzipiell eine Senkung der Stückkosten durch eine Veränderung der technischen Daten der Werkzeugmaschine zu erzielen ist, soll von den einzelnen Kostenarten ausgegangen werden, aus denen sich die Stückkosten zusammensetzen⁶⁴⁾. Es sind folgende sich unmittelbar beim

62) Das Verfahren v_1 kann als hochspezialisiertes Verfahren angesehen werden: mit hohem Wirkungsgrad bei optimaler Nutzung, aber mit stark ansteigenden Stückkosten außerhalb der optimalen Nutzungsspanne $x_1 \times x_2$.

63) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 331.

64) Die bei einer solchen isolierten Betrachtung der einzelnen Kostenarten gefundenen Rationalisierungsmöglichkeiten erhalten damit den Charakter von Verfahrensverbesserungen.

Fertigungsprozeß durch den Verbrauch der Faktoren Arbeit, Betriebsmittel und Material ergebende Kosten⁶⁵⁾:

1) Arbeitskosten⁶⁶⁾

Löhne für Maschinenarbeit (f), Hilfslohne (Reparaturarbeiten, Transportarbeiten, Hilfsarbeiten) (f), Gehälter (f), Lohn- und Gehaltsnebenkosten (f), soziale Abgaben (f);

2) Materialkosten⁶⁷⁾

Kosten für: Energie (v), Schmierstoffe (v), Werkstoffverluste (v), Ausschuß (v);

3) Kapitalkosten

Abschreibungen der Werkzeugmaschinen für die unabhängig von der Benutzung eintretende Entwertung durch technisches Veralten (f), Abschreibungen der Werkzeugmaschinen für die Entwertung durch betriebsbedingte Abnutzung (v), Abschreibung auf Gebäude (f), Kosten für Anlagewagnisse bzw. Versicherungskosten der Anlagen (f), Zinsen für das in Gebäuden, Betriebsmitteln und Produktionsmaterialien gebundene Kapital (f).

Die Stückkosten sinken dann, wenn bei konstanten fixen Kosten die variablen Kosten gesenkt werden. Für die variablen Kosten (K_v) (Abschreibungen für die betriebsbedingte Abnutzung der Werkzeugmaschinen, Kosten für Energie

65) Bei gegebenem Produktionsapparat und innerhalb eines bestimmten Zeitraumes verändert sich ein Teil dieser Kosten mit der Variation des Beschäftigungsgrades (variable Kosten "v"), während der andere Teil von Veränderungen des Beschäftigungsgrades unabhängig ist (fixe Kosten "f"). Der Beschäftigungsgrad gibt das Verhältnis von: tatsächlicher Beschäftigung/maximal mögliche Beschäftigung; vgl. Schäfer, E., Die Unternehmung, a.a.O., S. 195.

66) Rein rechtlich können Arbeiter innerhalb kurzer Frist entlassen werden, so daß die Löhne und Hilfslohne als variabel anzusetzen wären. Die heutige Arbeitsmarktlage, soziale und politische Gründe stehen dem jedoch entgegen, womit die Annahme der Arbeitskosten als fix realistischer erscheint.

67) Bei Vernachlässigung von Abhängigkeiten zwischen Fertigungsverfahren und der Qualität des Produktionsmaterials können die Kosten für Rohstoffe und Hilfsstoffe hier unberücksichtigt bleiben.

und Schmierstoffe) gelten Funktionen von der Form:

$$K_v = p \cdot r \quad \text{wobei} \quad r = f(z_1, z_2, \dots, z_v; g(x))^{68)}$$

mit r : Verbrauchsmenge des eingesetzten Faktors

z : technische Eigenschaften der Maschine

p : Faktorpreis

x : Leistung (Erzeugnismenge/Zeiteinheit) der Maschine.

Bei Voraussetzung konstanter Leistung ergibt sich prinzipiell eine Verminderung der variablen Kosten durch:

- a) Veränderung der Verbrauchsfunktion ($r=f(z;x)$) über eine Veränderung der technischen Eigenschaften z bei konstantem Preis⁶⁹⁾,
- b) Verminderung des Preises bei konstanter Verbrauchsfunktion.

Zur Veränderung der Verbrauchsfunktion sind die technischen Eigenschaften der Maschine so zu verändern, daß der Verschleiß, der Energie- und der Schmierstoffverbrauch herabgesetzt werden.

Für eine Verminderung des Preises müssen die Anschaffungskosten der Maschine verringert werden.⁷⁰⁾ Eliminiert man den Einfluß der Marktsituation auf den Maschinenpreis, so werden die Anschaffungskosten dann gesenkt, wenn die Baukosten kleiner werden - vorausgesetzt, daß die Baukostensenkung vom Hersteller an den Werkzeugmaschinenkäufer weitergegeben wird. Baukosten können gesenkt werden, wenn eine rationellere Herstellung der Werkzeugmaschine gelingt. Sie können eventuell auch vermindert werden durch eine Erweiterung des Arbeitsfunktionsbereichs der Maschine: Geht man davon aus, daß die Funktionen zweier verschiedener Maschinen in einer einzigen vereinigt werden können, so werden u. U. bestimmte Bauteile (etwa Gestelle, Getrieberäder), die in jeder der beiden ursprüngli-

68) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 222.

69) Der Fall gleichzeitiger Veränderung von p und r - bei eventuell gegenläufiger Bewegung dieser Größen - soll hier vernachlässigt werden, da er prinzipiell in obigen Aussagen enthalten ist.

70) Möglichkeiten zur Senkung der Preise für Energie und Schmierstoffe sind für diese Untersuchung nicht relevant.

chen Maschinen vorkamen, nun nur noch einmal ⁷¹⁾ benötigt, woraus sich eine Ersparnis an Material und Lohnkosten ergibt.

Die Stückkosten werden weiter dann gesenkt, wenn bei gleichbleibenden variablen Stückkosten ^{71a)} die fixen Stückkosten gesenkt werden. Es ergeben sich zwei Möglichkeiten, die zunächst für den Faktor Betriebsmittel dargestellt seien:

- a) Senkung der absoluten Höhe der fixen Kosten bei konstanter Leistung. (Dies führt auf den schon behandelten Fall einer Senkung der Anschaffungskosten).
- b) Erhöhung der Leistung der Maschine bei konstanten fixen Kosten.

Wendet man die für den gesamten Produktionsprozeß entwickelten Beziehungen zwischen Kosten und Beschäftigungsgrad sinngemäß bei der Behandlung des Falles b) auf den Fertigungsprozeß an der einzelnen Maschine an ^{71b)}, so ergeben sich für einen Abbau von Leerkosten - und

⁷¹⁾ Da im allgemeinen bei einer Maschine mit vielfältigem Anwendungsbereich nicht alle Funktionen gleichzeitig genutzt werden können, ist noch weiter zu unterstellen, daß die ursprünglich getrennten Maschinen nicht gleichzeitig arbeiteten.

^{71a)} Von dem Fall progressiver oder degressiver variabler Kosten sei hier abgesehen.

^{71b)} Der folgenden Betrachtung des Falles b) liegt die Vorstellung zugrunde, daß das Verfahren mit erhöhter Leistungsfähigkeit eine Verbesserung des ursprünglichen Verfahrens darstellt und nicht ein neues Verfahren; so auch bei Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 223. Würde von der Annahme eines Verfahrenswechsels ausgegangen, so wäre ein Vergleich der fixen Kosten bei dem ursprünglichen und dem rationalisierten Verfahren nicht zulässig. Sieht man die Leistungsfähigkeit des verbesserten Verfahrens als die Leistungsgrenze des Verfahrens an, so ergeben sich für die geringere Leistung des ursprünglichen Verfahrens fixe Kosten für nicht genutzte Kapazität, die mit BREDT und GUTENBERG als "Leerkosten" bezeichnet werden sollen (Bredt, O., Der endgültige Ansatz der Planung (II), in: Technik und Wirtschaft, Bd. 32, (1939), S. 261, zit. n. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 251; Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O.,

damit der Senkung der fixen Stückkosten - folgende Möglichkeiten entsprechend der allgemeinen Unterscheidung von Leerkosten aus unzureichender Intensitätsmäßiger, zeitlicher und quantitativer Nutzung der Kapazität⁷²⁾.

Wird nur die Zeit während der Zerspanung (Nutzungshauptzeit^{72a)} 72b)) als eigentliche Beschäftigungszeit der Maschine angesehen, so lassen sich Leerkosten aus unvollständiger intensitätsmäßiger Nutzung abbauen, wenn die Zerspanungsleistung (Spänemenge/Zeiteinheit) erhöht wird.

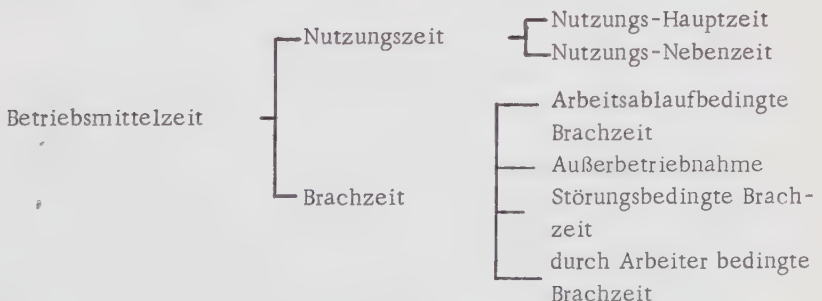
Die eingeeengte Betrachtung des Arbeitsprozesses an der Maschine zeigt auch, daß die Werkzeugmaschine während der Betriebsmittelzeit nur in der Nutzungshauptzeit zeitlich genutzt wird. Auch für die zeitlich nicht genutzte Kapazität während der Nutzungsnebenzeiten und Brachzeiten fal-

S. 251), Während jedoch bei GUTENBERG die Leerkosten eine Folge von Beschäftigungsschwankungen sind, resultieren sie hier aus der Leistungsveränderung des Verfahrens. - In dieser Betrachtung sei Vollausslastung der Betriebsmittel vorausgesetzt (vgl. S. 25), so daß der Einfluß von Beschäftigungsschwankungen auf die Leerkosten ausgeschaltet ist.

72) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 264, S. 299.

72a) Die Hauptzeit ist derjenige Teil der Grundzeit je Einheit, bei dem ein unmittelbarer Arbeitsfortschritt (Zustands- oder Formänderung) am Werkstück entsteht. Das REFA-Buch, Bd. 2, 5. Aufl., München 1955, S. 13.

72b) Vgl. hierzu die Zeitgliederung für Betriebsmittel nach Refa, zit. bei Winkel, A., Arbeits- und Zeitstudien, in: Betriebshütte, Bd. II, a.a.O., S. 542.



len jedoch Leerkosten an. Eine Verminderung des Fixkostenanteils an den Stückkosten wird erreicht, wenn diese Leerkosten in "Nutzkosten"⁷³⁾ zeitlich genutzter Kapazität überführt werden. Die Nutzungsnebenzeiten, die die Rüst- und Nebenzeiten⁷⁴⁾ enthalten, lassen sich verkürzen durch erleichterte Handhabungsmöglichkeiten von Werkstück, Werkzeugen und Bedienungsorganen⁷⁵⁾ der Maschine und durch eine Erhöhung der Arbeitsgenauigkeit, die ein Herantasten an das Endmaß überflüssig macht. Die Werkstückhandhabung ist zu erleichtern durch eine Anpassung der Werkstückaufnahmeorgane an Werkstückform und -größe. Störungsbedingte Brachzeiten können vermindert werden durch eine Erhöhung der Betriebssicherheit der Werkzeugmaschinen; arbeitsablaufbedingte Brachzeiten (Warten der Maschine auf den Arbeiter oder auf Werkstoff) durch eine Kontinuierung des Fertigungsablaufs.

Leerkosten bestehen eventuell aber auch für die nicht genutzte quantitative Kapazität der Werkzeugmaschine. Die der Betrachtung zugrunde gelegten Universalmaschinen haben jede eine Vielzahl von qualitativ und quantitativ bestimmten Funktionen im Hinblick auf mögliche Bearbeitungsformen des Werkstücks. Es zeigt sich jedoch, daß bei der Bearbeitung eines bestimmten Werkstückes immer nur ein Teil dieser Funktionen gebraucht wird. Die zur Erfüllung aller Funktionen aufgewendeten technischen Mittel innerhalb der Maschine werden damit ebenfalls nur teilweise ausgenutzt.⁷⁶⁾

73) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 251.

74) "Die Rüstzeit ... ist die Zeit, die der Vorbereitung der auftragsgemäß auszuführenden Arbeiten, insbesondere der Betriebs- und Hilfsmittel, und deren Rückversetzung in den ursprünglichen Zustand dient"; Das REFA-Buch, Bd. 2, a.a.O., S. 12. Die Nebenzeit ist derjenige Teil der Grundzeit je Einheit, die nur mittelbar zum Arbeitsfortschritt beiträgt. Das REFA-Buch, Bd. 2, a.a.O., S. 14.

75) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 31.

76) Gegenüber der mangelnden quantitativen Kapazitätsauslastung im Gesamtprozeß (vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 267 ff.) zeigt die nur teilweise Ausnutzung der quantitativen Kapazität der einzelnen Maschine einen charakteristischen Unterschied; Während sie im ersteren Fall von den Absatzbedingungen bzw. den Dispositionen des Unternehmers abhängig ist, ist sie im zweiten Fall konstruktionsbedingt, da immer nur ein Teil der Funktionen gleichzeitig genutzt werden kann.

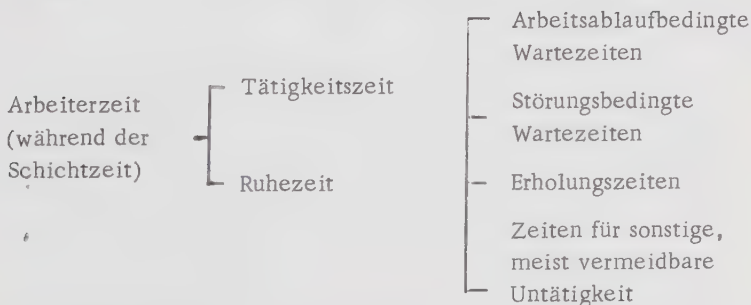
Diese Leerkosten werden dann abgebaut, wenn die Zahl der Arbeitsfunktionen soweit beschränkt wird, daß sie alle bei der Bearbeitung des Werkstückes gleichzeitig wirksam werden können.⁷⁷⁾

Betrachtet man in ähnlicher Weise die menschliche Arbeitsleistung bei der Bedienung der Werkzeugmaschine, so erscheint hier im engeren Sinne nur ein Teil der Arbeiterzeit⁷⁸⁾ durch Tätigkeit genutzt. Eine Leistungsintensivierung innerhalb der Tätigkeitszeit durch vermehrte Ausschöpfung des menschlichen Leistungspotentials kann nicht als Rationalisierung bezeichnet werden und kommt daher nicht in Betracht.⁷⁹⁾ Indessen können die schon erwähnten Maßnahmen zur Verminderung von Rüst- und Nebenzeiten zu einer erhöhten Leistungsintensität führen und damit zu einem Abbau von Leerkosten aus mangelnder intensitätsmäßiger Nutzung der Kapazität.

Arbeitsablaufbedingte Wartezeiten, die zu Leerkosten zeitlich unausgenutzter Kapazität führen, werden verkürzt durch eine Erhöhung der Maschinenleistung (Verkürzen von Hauptzeiten und maschinenabhängigen Nebenzeiten); Maßnahmen zur Verminderung störungsbedingter Wartezeiten wurden bereits erwähnt. Es zeigt sich, daß infolge der engen Bindung des Menschen an die Maschine eine Reihe von Rationalisierungsmaßnahmen, die durch eine Veränderung der Werkzeugmaschine zu erreichen

77) Vgl. hierzu auch den Begriff der Spezialisierungsdegression bei Mel-lerowicz, K., Kosten und Kostenrechnung I, 3. Aufl., Berlin 1957, S. 321.

78) Vgl. die Aufteilung der Arbeiterzeit nach REFA: Winkel, A., a.a.O., S. 533:



79) Vgl. z.B. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 28.

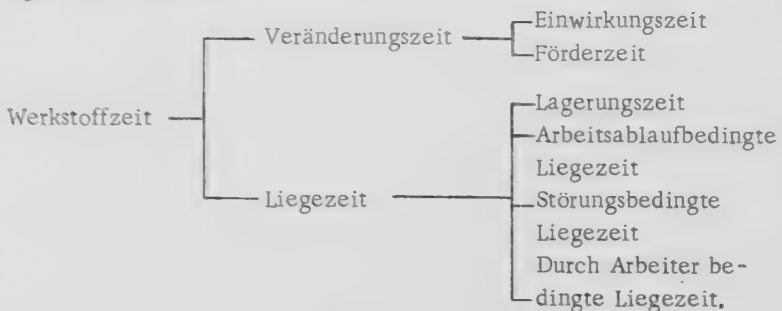
sind, zu einem Abbau von Leerkosten bei der menschlichen Tätigkeit führen, so daß die Fixkostenanteile der menschlichen Arbeitsleistungen (Maschinenlöhne ⁸⁰⁾) an den Stückkosten vermindert werden. Allerdings ist eine Intensivierung der gesamten Bedienungsarbeit nur soweit möglich, wie es die Grenzen der normalen menschlichen Leistungsfähigkeit zulassen, was bedeutet, daß bei unveränderter Bindung des Menschen an die Maschine die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschinen nicht beliebig gesteigert werden kann. ⁸¹⁾

Bei den durch den Werkstoff verursachten fixen Kosten handelt es sich vor allem um die Zinsen für das während des Durchlaufs durch den Betrieb im Werkstoff gebundene Kapital. Sie werden um so geringer, je kürzer der Zeitraum ist, den das Material im Betrieb verbringt. Entsprechend der Aufteilung der Werkstoffzeit ⁸²⁾ läßt sich eine Erhöhung der Durchlaufgeschwindigkeit erzielen durch eine Verminderung der Einwirkungszeit, der Förderzeit und der Liegezeit.

⁸⁰⁾ Für diese Betrachtung wurde aus systematischen Gründen die Lohnart des Zeitlohnes angenommen. Wird vom Stücklohn ausgegangen, so verändert sich sein Anteil bei einer Erhöhung der Arbeitsintensität an den Stückkosten nicht; in diesem Fall zeigt sich jedoch der Rationalisierungserfolg in einer Erhöhung des auf die Zeiteinheit bezogenen Arbeiterlohnes. Zur Problematik, die in der Art der Zurechnung des Rationalisierungsfortschrittes auf die Faktoren Arbeit und Kapital liegt, vgl. z. B. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. 1, a. a. O., S. 206.

⁸¹⁾ Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 247.

⁸²⁾ Vgl. Winkel, A., a. a. O., S. 543:



Maßnahmen zur Verminderung der Einwirkungszeit wurden bereits behandelt; die Förderzeit wird vermindert durch ein Verkürzen der Transportwege, arbeitsablaufbedingte Liegezeiten durch eine Kontinuierung des Fertigungsablaufes und störungsbedingte Liegezeiten durch eine Erhöhung der Betriebssicherheit der Maschinen.

Da mit den bisher behandelten Maßnahmen in jedem Fall eine Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit⁸³⁾ (bestimmt durch Leistungsmenge/Zeiteinheit) verbunden ist, führen sie auch zu einer Verminderung des Fixkostenteils der Abschreibungen für Gebäude, der Versicherungskosten, der Hilfslöhne und der Gehälter.

1.23 Rationalisierung durch alternative Substitution der Faktoren durch den Faktor Betriebsmittel

Bisher wurde betrachtet, wie die Stückkosten durch eine isolierte Veränderung des Faktors Betriebsmittel vermindert werden können. Es ist nun zu betrachten, inwieweit sich eine Verminderung der Stückkosten erzielen läßt bei alternativer Substitution⁸⁴⁾ der Faktoren menschliche Arbeitsleistungen und Werkstoff durch den Faktor Betriebsmittel.

Die variablen Kosten des Ausschusses und des Werkstoffverlustes werden vermindert, wenn die Arbeitsgenauigkeit der Maschine gesteigert wird. Die Verminderung des Werkstoffverlustes wird dadurch möglich, daß weni-

83) Zum Begriff der Produktionsgeschwindigkeit vgl. Stackelberg, H.v., Grundlagen einer reinen Kostentheorie, Wien 1932, S. 5; Gälweiler, A., Produktionskosten und Produktionsgeschwindigkeit, Wiesbaden 1960, S. 32.

84) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 147.

ger Materialzugaben für die Bearbeitung erforderlich sind.⁸⁵⁾

Menschliche Arbeitsleistungen werden ersetzt, wenn Transportwege vermindert werden, so daß ein Be- und Entladen entfällt, und wenn der Fertigungsablauf kontinuierisiert wird, so daß Rüstarbeit an den Maschinen gespart wird.⁸⁶⁾

Des weiteren können bisher vom Menschen ausgeführte Tätigkeiten direkt von der Werkzeugmaschine übernommen werden. Hierbei führen die folgenden Faktoren zu einer Verminderung der Stückkosten⁸⁷⁾:

- 1) Die Kosten der maschinellen Krafterzeugung sind geringer als die Kosten menschlicher Krafterzeugung.⁸⁸⁾
- 2) Die Arbeitsbewegungen der Maschine können wesentlich schneller erfolgen als die des Menschen. Die dadurch erzielte Erhöhung der Produktionsschwindigkeit vermindert den Fixkostenanteil an den Stückkosten.
- 3) Die Maschine arbeitet im Vergleich zum Menschen zuverlässiger, genauer und unabhängig von Ermüdungserscheinungen; dadurch werden Betriebsstörungen und Ausschuß vermindert.
- 4) Werden Funktionen des Menschen von der Maschine übernommen, so wird dieser eventuell von der zeitlichen Bindung an den Rhythmus der Maschine befreit; arbeitsablaufbedingte Wartezeiten können dann zu Arbeiten an anderen Maschinen genutzt werden. Nach DOLEZALEK bedeutet "Automatisierung" "eine Einrichtung des Ablaufes von Vorgängen verschiedenster Art in solcher Weise, daß der Mensch von der Ausführung ständig wiederkehrender, gleicher manueller oder geistiger Verrichtungen und von der zeitlichen Bindung an den Rhythmus technischer Anlagen befreit ist"⁸⁹⁾. Für das Er-

85) Eine Verminderung der Materialverluste durch Veränderung des technologischen Verfahrens (spanlose Bearbeitung) ist im Sinne dieser Untersuchung irrelevant.

86) Diese Maßnahmen sind zunächst organisatorischer Art, so daß hier menschliche Arbeitsleistungen durch den Faktor Organisation ersetzt werden. Wie spätere Überlegungen zeigen werden, sind diese Maßnahmen jedoch auch eng verbunden mit einer Umgestaltung der Fertigungsmittel.

87) Vgl. Kalveram, W., Industriebetriebslehre, a.a.O., S. 67, S. 262; vgl. Waffenschmidt, W.G., Technik und Wirtschaft, Jena 1928, S. 204.

88) Quantitative Angaben hierzu s. Waffenschmidt, W.G., a.a.O., S. 186.

89) Dolezalek, C.M., Automatisierung in der industriellen Fertigung, in: Betriebshütte, Bd. II, a.a.O., S. 620.

setzen menschlicher Arbeitsleistungen durch die Maschine sind neben dem Begriff Automatisierung noch die Begriffe "Automation"⁹⁰⁾ und "Mechanisierung" üblich. Eine differenzierte Verwendung dieser Begriffe erscheint indessen für die weitere Betrachtung nicht sinnvoll. Die "verschwommene Bedeutung"⁹¹⁾ des Begriffes Automation läßt eine scharfe Abgrenzung von den beiden übrigen Begriffen nicht zu. Der Terminus Automatisierung wird häufig für eine höhere Stufe der Mechanisierung verwendet⁹²⁾; da jedoch im konkreten Fall nur schwer zu entscheiden ist, von welcher Stufe an von Automatisierung gesprochen werden kann, ist dieses Unterscheidungskriterium praktisch wenig brauchbar. Ebenso wenig ist eine Unterscheidung nach der Art der verwendeten Mittel möglich, indem etwa das Ersetzen der menschlichen Arbeit durch mechanische Mittel als Mechanisierung, durch elektrische Hilfsmittel als Automatisierung bezeichnet wird, da im Einzelfall Hilfsmittel verschiedenster Art kombiniert verwendet werden.

Auch eine Unterscheidung, die das Ersetzen der physischen Kräfte des Menschen als Mechanisierung und das der geistigen als Automatisierung bezeichnet, birgt die gleichen Schwierigkeiten, da physische und psychische Fähigkeiten oft eng verbunden sind; außerdem würde eine so gewählte Unterscheidung in keiner Weise der ethymologischen Bedeutung der Worte Mechanisierung und Automatisierung entsprechen.

Zwischen den Begriffen Automatisierung und Mechanisierung lassen sich also keine wesensmäßigen Unterschiede feststellen.⁹³⁾ Wenn im folgenden

90) So bei Diebold, J., Die automatische Fabrik, Nürnberg 1954.

91) Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 115.

92) So schon bei Akerman, G., Om den industriella rationaliseringarna och dess verkningar särskilt beträffande arbetarsysselsättningen, Stockholm 1931, S. 103; zit. bei Schneider, E., Das Zeitmoment ... II, a.a.O., S. 53/54; in der neueren Literatur vgl. z.B. Hax, K., Industriebetrieb, a.a.O., S. 250 ff.

93) Diese Ansicht vertreten u.a.: Opitz, H., Saljé, E., Grundlegende Betrachtungen zum Problem der Automatisierung, in: Industrie-Anzeiger, 78. Jg., 1956, Nr. 54, S. 778; Kienzle, O., Schritte zur Automatisierung in der Umformtechnik, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 47. Jg., 1957, H. 8, S. 334; Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 115.

im Gegensatz zu RIEBEL⁹⁴⁾, der hauptsächlich den Terminus "Mechanisierung" verwendet, ausschließlich der Terminus "Automatisierung" verwendet wird, dann aus der Erwägung, daß mit dem Begriff Automatisierung in weniger fester Weise bestimmte Vorstellungen über die Art der verwendeten Mittel verbunden sind als mit dem Terminus Mechanisierung.

Zusammenfassung:

Bei der Analyse des Zusammenhanges, der zwischen der Rationalisierung der Fertigungsverfahren einerseits und der Gestaltung der Werkzeugmaschinen andererseits besteht, wurden in einem weiteren Schritt die prinzipiellen Rationalisierungsmöglichkeiten, die für das Fertigungsverfahren der Ausgangssituation gegeben sind, untersucht. Die hierbei gefundenen Rationalisierungsmöglichkeiten lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- 1) Erhöhung der Zerspanungsleistung,
- 2) Erhöhung der Lebensdauer und Genauigkeit der Werkzeugmaschine,
- 3) Verkürzen der Transportwege und Kontinuierung des Fertigungsablaufes,
- 4) Veränderung des Arbeitsfunktionsbereiches und Anpassen der Maschine an Werkstückform und -größe,
- 5) Automatisierung.

1.3 Die Verwirklichung möglicher Rationalisierungsmaßnahmen durch Veränderung der konstruktiven und funktionellen Eigenart der Werkzeugmaschine

Die folgende Untersuchung hat zu zeigen, in welcher Weise die theoretisch gefundenen grundsätzlichen Rationalisierungsmöglichkeiten im Werkzeugmaschinenbau verwirklicht werden.

94) Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 115.

Dabei soll nach der im letzten Kapitel angegebenen Reihenfolge der Rationalisierungsmöglichkeiten vorgegangen werden. Der Gegenstand der Untersuchung erfordert eine weitgehend technische Betrachtungsweise.

1.31 Erhöhung der Zerspanungsleistung

1.311 Ständiges Arbeiten mit der optimalen Schnittgeschwindigkeit⁹⁵⁾

Die Zerspanungsleistung ist dann optimal, wenn ständig mit der optimalen Schnittgeschwindigkeit gearbeitet wird. Die jeweils optimale Schnittgeschwindigkeit läßt sich in vielen Fällen nur erreichen, wenn die Drehzahlen stufenlos verändert werden können (z. B. beim Drehen).

Diese Forderung führt zum Ersetzen der Schaltgetriebe durch stufenlose Getriebe.

1.312 Erhöhung der optimalen Schnittgeschwindigkeit

Bei der Erhöhung der optimalen Schnittgeschwindigkeit wird ein allgemeines Prinzip der Maschinenkonstruktion wirksam, das mit VOLK⁹⁶⁾ als Akzeleration bezeichnet werden könnte. Die optimale Schnitthe-

95) Mit steigender Schnittgeschwindigkeit (erhöhter Zerspanungsleistung) nimmt die Standzeit des Werkzeuges ab, so daß sich die Kosten für Werkzeugwechsel und -verbrauch erhöhen. Der Optimalwert zwischen erhöhter Schnittgeschwindigkeit und verminderter Standzeit wird durch die optimale Schnittgeschwindigkeit gegeben.

96) Volk, C., Der konstruktive Fortschritt, Berlin 1941, zit. bei Waffenschmidt, W. G., Technik und Wirtschaft der Gegenwart, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1952, S. 133.

schwindigkeit ist abhängig vom Werkzeugwerkstoff. Bei Verwendung von Schneidwerkstoffen mit höherer Warmfestigkeit sind höhere optimale Schnittgeschwindigkeiten möglich.

Beim Übergang von Schnellstahl auf Hartmetall werden die optimalen Schnittgeschwindigkeiten beim Drehen auf das ungefähr Vier- bis Fünffache⁹⁷⁾ erhöht; beim Übergang von Hartmetall auf oxydkeramische Schneidstoffe auf das Zwei- bis Dreifache.^{98) 99)}

Die Verwendung dieser Schneidstoffe macht eine Reihe von Veränderungen an den Werkzeugmaschinen erforderlich: höhere Antriebsleistung, stärkere Getriebe mit höheren Drehzahlen¹⁰⁰⁾, genauere Lagerungen (zur Vermeidung von erhöhter Lagererwärmung¹⁰¹⁾, erhöhte Starrheit der Maschinenstände, veränderte Spannmittel¹⁰⁰⁾ und eine Umgestaltung der Maschine, um die vergrößerte Spänmenge abführen zu können.

Von diesen Veränderungen sind vor allem Dreh- und Fräsmaschinen betroffen¹⁰²⁾, bedingt durch die Eigenart der Verwendung veränderter Schneidstoffe. Der Grad, in dem die Maschinenkonstruktionen verändert werden, ist unterschiedlich. In bestimmten Fällen zwingt die Verwendung neuer Schneidstoffe jedoch zu "völlig neuen" Konstruktionen, z. B. bei Drehbänken.¹⁰⁰⁾

97) Witthof, J., Drehen und Hobeln, in: Betriebshütte, Bd. 1, a.a.O., S. 317.

98) Wöpfemeier, H., Einsatz der Schneidkeramik in der Fertigung, in: Industrie-Anzeiger, 82. Jg., 1960, Nr. 80, S. 1353.

99) Vgl. Shaw, M. C., Anforderungen an Werkzeugmaschinen der Zukunft, in: Industrie-Anzeiger, 78. Jg., 1956, Nr. 47, Nr. 48, S. 678.

100) Acél, St., Schwoerer, B., Tendenzen im schweizerischen Werkzeugmaschinenbau, in: Technische Rundschau, 53. Jg., 1961, Nr. 35, S. 15.

101) Irtenkauf, J., Tuffentsammer, K., Aufgaben und Grenzen in der Entwicklung von Werkzeugmaschinen aus der Sicht des Drehmaschinenbaus, in: Werkstatt und Betrieb, 91. Jg., 1958, H. 9, S. 518.

102) Pühler, F., Forderungen der Industrie an die Werkzeug-Ausbildung und -Standzeit, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 48. Jg., 1958, H. 2, S. 100 - 103.

1.313 Gleichzeitiger Einsatz mehrerer Werkzeuge

Arbeiten mehrere Werkzeuge gleichzeitig an einem Werkstück, so wird ebenfalls die Zerspanungsleistung erhöht. Auch hier handelt es sich um die Anwendung eines allgemeinen Prinzips, nämlich des Prinzips der "zeitlichen Konzentration"¹⁰³⁾, das dahin wirkt, aufeinander folgende Arbeitsgänge zeitlich zusammenzudrängen. Beim gleichzeitigen Einsatz mehrerer Werkzeuge wird dieses Prinzip im Extrem erfüllt.¹⁰⁴⁾

Hierzu können mehrere Werkzeuge auf einem gemeinsamen Schlitten angeordnet werden oder auf mehreren Schlitten. Im ersten Fall haben alle Werkzeuge die gleiche Vorschubrichtung und Geschwindigkeit; sie greifen im allgemeinen nur auf einer Seite des Werkstückes an. Im zweiten Fall werden diese Nachteile vermieden.

Mehrfachstahlhalter werden besonders beim Drehen benutzt; bei den Einheiten von Transferstraßen werden z. B. kombinierte Drehwerkzeuge und Mehrspindelbohrköpfe verwendet.

Das Prinzip des gleichzeitigen Einsatzes mehrerer Werkzeuge hat zur Ausbildung hierfür besonders geeigneter Werkzeugmaschinenarten geführt: Vielstahldrehbank und Mehrspindelbohrmaschine mit umstellbaren Gelenkspindeln.

Die konstruktiven Veränderungen der Maschinen entsprechen denen, die bei einer Erhöhung der Zerspanungsleistung durch die Verwendung neuartiger Schneidstoffe gegeben sind.

103) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 32.

104) In diesem Zusammenhang spricht v. Gottl-Ottlilienfeld vom Prinzip des "wüchtigen Vollzugs" und vom "Konzentrieren" (zit. bei Waffenschmidt, W. G., Technik und Wirtschaft, a. a. O., S. 127), Waffenschmidt vom Prinzip der "Multiplikation" (Waffenschmidt, W. G., Technik und Wirtschaft der Gegenwart, a. a. O., S. 133), Riebel vom Prinzip der "Arbeitsverdichtung" (Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a. a. O., S. 127; vgl. auch Pentzlin, K., Rationelle Produktion, 2. Aufl., Kassel 1950, S. 135).

1.32 Erhöhung der Lebensdauer und Arbeitsgenauigkeit

Die Arbeitsgenauigkeit der Maschine wird bestimmt durch die Formbeständigkeit und Spielfreiheit ihrer Bauteile.^{105) 106)} Die Erhaltung dieser Eigenschaften ist bestimmend für die Lebensdauer der Maschine.

Massive Bauweise zur Erhöhung der Steifigkeit der Maschine muß nicht zu einer Erhöhung des Maschinengewichtes führen, wenn dabei Prinzipien des Leichtbaus angewendet werden.

Die Erfolge in dem Bemühen, die Arbeitsgenauigkeit zu vergrößern, veranschaulichen die folgenden groben Näherungswerte¹⁰⁸⁾:

Maschinenart	Genauigkeit:	1950	1960
Drehbänke		IT6 ¹⁰⁹⁾	IT5
Kleine Drehbänke		IT5	IT4
Rundschleifmaschinen		IT3	IT2

- 105) Im einzelnen werden zur Erreichung höherer Arbeitsgenauigkeit folgende technische Maßnahmen ergriffen: Erhöhung der statischen Gestellsteife durch massivere Ausführung; Herabsetzen der dynamischen Beanspruchung bei Schwingungen durch Einbau von Dämpfern; Einhaltung hoher Formgenauigkeit von Lagersitzen zur Erreichung hoher Spielfreiheit; Härten, Versetzen mit Härteüberzügen oder konstruktive Umgestaltung von besonders dem Verschleiß unterworfenen Bauteilen (Ersetzen von Gleitführung durch Rollenführung); Ausschalten von Temperatureinflüssen durch Isolierung der Wärmequellen in der Maschine oder durch Einrichtungen zur Wärmeabfuhr.
- 106) Zu den einzelnen Maßnahmen vgl. folgende Autoren: Acél, St., a.a.O., S. 13/14; Shaw, M. C., a.a.O., S. 678; Irtzenkauf, J., a.a.O., S. 518/519; Opitz, H., Maßnahmen zur wirtschaftlichen Erzielung und Erhaltung der Fertigungsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen, in: Industrie-Anzeiger, 82. Jg., 1960, Nr. 62, S. 1041.
- 108) Kienzle, O., Genauigkeitsansprüche ..., a.a.O., S. 1024.
- 109) Die Grundtoleranzen IT2, IT3 usw. entsprechen im Nennmaßbereich von 30 - 50 mm folgenden Toleranzen:
- | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|
| IT2 = 3/1000 mm | IT4 = 7/1000 mm | IT6 = 16/1000 mm |
| IT3 = 4/1000 mm | IT5 = 11/1000 mm. | |

1.33 Verkürzung der Transportwege und Kontinuierung des Fertigungs-
ablaufes

Der Forderung nach Verkürzung der Transportwege wird entsprochen bei der Reihenfertigung¹¹⁰⁾, bei der die Maschinen in der Reihenfolge der an dem Werkstück auszuführenden Arbeitsgänge aufgestellt sind. Die Forderung nach Kontinuierung des Fertigungsablaufes wird optimal erfüllt bei der Fließfertigung, d.h. bei der Reihenfertigung mit Zeitzwang, bei der die Maschinen im Takt arbeiten¹¹¹⁾.

Verkürzung der Transportwege und Kontinuierung des Fertigungsablaufes stellen zunächst organisatorische und planerische Aufgaben des Werkzeugmaschinenbenutzers dar. Diese Forderungen rücken aber dadurch in den Kreis der hier zu betrachtenden Rationalisierungsmaßnahmen, daß das Prinzip der Integration¹¹²⁾ ("der Verknüpfung der Produktionsphasen zu einem kontinuierlichen Prozeß") auch zur grundlegenden Konzeption bei der Gestaltung bestimmter Werkzeugmaschinen geworden ist. Diese Maschinen sind:

110) Der Begriff "Reihenfertigung" wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur in zwei unterschiedlichen Bedeutungen gebraucht: Ein Teil der Autoren bezieht ihn auf die Zahl gleichartiger Produkte, die die Fertigung durchlaufen; vgl. hierzu Beste, Th., Fertigungsv erfahren, a.a.O., Sp. 1769; Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. II, a.a.O., S. 100; Funke, H., Blohm, H., Allgemeine Grundzüge des Industriebetriebes, Essen 1952, S. 48; Wrba, M., Industrielle Betriebswirtschaft und praktische Betriebsführung, München 1949, S. 34. Im obigen Sinne, d.h. zur Kennzeichnung der Art der Aufstellung der Maschinen, verwenden den Begriff Reihenfertigung u.a. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 76; Kalveram, W., a.a.O., S. 53; Pentzlin, K., a.a.O., S. 156; Hax, K., Industriebetrieb, a.a.O., S. 252.

111) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 76.

112) Ebd.

- 1) Mehrwegemaschinen: Hierbei sind die Bearbeitungseinheiten so um den das Werkstück tragenden Tisch angeordnet, daß bei der Bearbeitung alle Arbeitsgänge ohne Lageveränderung des Werkstückes ausgeführt werden können. Die einzelnen Bearbeitungseinheiten stellen getrennte Aggregate dar.
- 2) Mehrspindelautomaten: Hierbei sind die Bearbeitungsstationen kreisförmig um eine horizontale Achse angeordnet. Die Werkzeuggruppen in einer der Stationenzahl entsprechenden Anzahl befinden sich auf dem Hauptschlitten; gegenüber dem Hauptschlitten sind die Werkstücke auf der Stirnfläche der Spindeltrommel gespannt; Hauptschlitten und Spindeltrommel sind zusammen auf einer horizontalen Achse gelagert. Schlitten und Spindeltrommel sind in einem gemeinsamen Maschinenkörper untergebracht.
- 3) Schalttrommelmaschinen: Bei den Schalttrommelmaschinen sind die Bearbeitungsstationen ebenfalls kreisförmig um eine horizontale Achse angeordnet. Die Werkstücke befinden sich auf der Mantelfläche der Schalttrommel; zu beiden Seiten der Schalttrommel sind die Werkzeugstationen kreisförmig untergebracht im Maschinenkörper. Trommel und Werkzeugstationen befinden sich in einem gemeinsamen Maschinenkörper.
- 4) Schalttischmaschinen: Hierbei sind die Bearbeitungsstationen kreisförmig um eine vertikale Achse angeordnet. Die Werkstücke befinden sich auf dem horizontal gelagerten runden Schalttisch, um den die Bearbeitungsstationen, die selbständige Aggregate darstellen, aufgebaut sind.
- 5) Transferstraßen: Bei den Transferstraßen sind die Bearbeitungsstationen hintereinander angeordnet. Zu beiden Seiten des die Werkstücke tragenden Mitteltisches sind hintereinander die selbständige Aggregate darstellenden Bearbeitungseinheiten aufgebaut.

Die Hauptbearbeitungsarten sind bei den Mehrspindelautomaten Drehen, bei den übrigen Maschinen Bohren und Fräsen. Bei den Mehrspindelautomaten erfolgt die Schnittbewegung durch das Werkstück, bei allen übrigen normalerweise durch die Werkzeuge. Bei allen Maschinen wird die Vorschubbewegung durch das Werkzeug übernommen; bei den Mehrspindelautomaten haben die Werkzeuge infolge der Anordnung auf einem gemeinsamen Schlitten den gleichen Vorschubweg.

Bei allen Maschinen, mit Ausnahme der Transferstraßen, ist die Zahl der Stationen begrenzt durch die räumliche Anordnungsmöglichkeit. Die Anordnung der Stationen in der Reihenfolge der Arbeitsgänge gewährleistet kürzeste Transportwege des Werkstückes. Bei den Mehrwegemaschinen fallen Transportwege überhaupt fort. Es wird an allen Stationen gleichzeitig gearbeitet, die Werkstücke werden im Takt gewechselt.

Mehrwegemaschinen, Schalttrommelmaschinen, Schalttischmaschinen und Transferstraßen sollen im folgenden unter dem Oberbegriff "Sondermaschinen"¹¹³⁾ zusammengefaßt werden.¹¹⁴⁾

1.34 Veränderung des Arbeitsfunktionsbereichs und Anpassung der Maschine an Werkstückform und -größe

1.341 Verminderung der Arbeitsfunktion und Anpassung an das Werkstück

Der Arbeitsfunktionsbereich der Universalmaschinen kann in unterschiedlichem Grade eingeschränkt werden:

-
- 113) Eine schärfere Kennzeichnung von Schalttrommelmaschinen, Schalttischmaschinen, Transferstraßen und Mehrspindelautomaten würden die Begriffe "Fließarbeitsmaschinen" und "Fließprinzipmaschinen" bieten (Lauke, H., Die Leistungsabstimmung als wichtigste Aufgabe bei der Einführung von Fließarbeit, München 1928, S. 53; Hinsel, D., Fertigungssysteme in der Industrie, unveröfftl. Dissertation, Nürnberg 1955, S. 151; zit. bei Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a. a. O., S. 157). Außerdem könnten unter diesen Begriff die Mehrspindelautomaten mit einbezogen werden. Mit Rücksicht auf den in der Praxis üblichen Sprachgebrauch und darauf, daß der Begriff "Sondermaschine" auch von der Statistik (Amtl. Statistik des Statistischen Bundesamtes und VDMA-Statistik) verwendet wird, soll jedoch hierauf verzichtet werden.
- 114) Eine ins einzelne gehende systematische Darstellung der Sondermaschinen mit Abbildungen findet sich bei Goebel, H., Die Bauformen der Sondermaschinen, München 1956.

- 1) Weglassen einer Arbeitsfunktion von der Gesamtheit aller Funktionen (z. B. fehlt bei der Produktionsdrehmaschine die Funktion des Gewinde-schneidens);
- 2) Beschränkung auf eine Arbeitsfunktion (z. B. Außengewindeschneidma-schine, Abstechmaschine; hierzu sollen auch Maschinen gerechnet werden, die auf eine Arbeitsfunktion beschränkt sind, die bei den Universalmaschinen nicht vorkommt, z. B. Ovaldrehmaschine, Ab-wälzfräsmaschine);
- 3) Beschränkung auf eine Arbeitsfunktion mit größenmäßiger Festlegung (z. B. Arbeitsstationen der Sondermaschinen: eine Drehzahl, eine Vorschubrichtung, bestimmte Vorschubweglänge).

Die Anpassung der Werkzeugmaschine an die Werkstückform und -größe geschieht durch eine Anpassung der Geometrie der Gesamtmaschine (Ar-bertsraum, Anordnung der Bearbeitungsaggregate) und vor allem durch eine Anpassung der Spannmittel und sonstigen Mittel der Werkstückhand-habung.

Mit einer zunehmenden Beschränkung der Arbeitsfunktionen ist zumeist auch eine zunehmende Anpassung der Maschinengeometrie und Handha-bungsmittel an das Werkstück verbunden. Die Vielzahl der Arbeits-funktionen an Werkzeugmaschinen und die dadurch gegebene Vielfalt von Möglichkeiten in der Beschränkung dieser Funktionen haben zu ei-ner großen Anzahl von spezialisierten Maschinenarten neben den Uni-versalmaschinen geführt, für die in der Literatur häufig der Begriff "Spezialmaschine" verwendet wird. Im folgenden sollen Maschinen, die auf eine Arbeitsfunktion an gleichartigen Werkstücken beschränkt sind, mit dem enger charakterisierenden Begriff "Einzweckma-schine" bezeichnet werden.¹¹⁵⁾ Da die Übergänge zu Maschinen höheren und niedrigeren Spezialisierungsgrades fließend sind, ist eine

115) Rognitz, H., a. a. O., S. 550. Eine ähnliche Bedeutung geben Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 331 dem Be-griff "Einzweckmaschine", der die Beschränkung der Maschine auf eine Arbeitsoperation betont, und Riebel, P., Die Elastizität des Betriebes, a. a. O., S. 122, der die Beschränkung auf gleich-artige Produkte hervorhebt.

Abgrenzung des Begriffes schwer und damit eine eindeutige Einordnung der Werkzeugmaschinen in die Klasse der Einzweckmaschinen, ähnlich wie in die Klasse der Universalmaschinen, nicht in jedem Fall möglich.

1.342 Erweiterung des Arbeitsfunktionsbereichs

1.3421 Erweiterung auf Verfahren höherer Genauigkeit

Für das Bestreben, die Arbeitsfunktion der Maschine durch eine Erhöhung der Arbeitsgenauigkeit auf ein bisher nachfolgendes Feinbearbeitungsverfahren auszudehnen, lassen sich im Werkzeugmaschinenbau zahlreiche Hinweise finden. So reicht beispielsweise die Arbeitsgenauigkeit moderner Dreh-, Revolverdreh-¹¹⁶⁾, Kopierdrehmaschinen¹¹⁷⁾, Mehrspindelautomaten¹¹⁶⁾ und Wälzfräsmaschinen aus, um ein nachfolgendes Schleifen der Werkstücke überflüssig zu machen.

1.3422 Erweiterung des Arbeitsfunktionsbereichs auf andere Bearbeitungsarten

Für eine Erweiterung des Arbeitsfunktionsbereichs auf andere Bearbeitungsarten können als Beispiele angeführt werden: Bohrmaschinen werden so gebaut, daß auf ihnen mit Gewindebohrern und Schneideisen Gewinde geschnitten und mit entsprechenden Werkzeugen vorgebohrte Bohrungen ausgedreht werden können.¹¹⁸⁾ In vielen Fällen wird der Funktionsbereich

116) Fehse, W., Umgang mit Werkzeugmaschinen, in: Industrie-Anzeiger, 78. Jg., 1956, Nr. 47/48, S. 694.

117) Buchmeier, H., Diskussionsbeitrag, in: Industrie-Anzeiger, 80. Jg., 1958, Nr. 63, S. 976.

118) Häuser, K., Deutsche Werkzeugmaschinen für spanabhebende Bearbeitung, in: Technische Rundschau, 53. Jg., 1961, Nr. 36, S. 39.

durch Zusatzeinrichtungen erweitert; Hobelmaschinen werden mit Fräs-, Schleif- und Bohrschlitten zusätzlich ausgerüstet. 119) 120)

Das Prinzip, den Funktionsbereich der Maschine auf andere Bearbeitungsarten zu erweitern, findet die Grenzen seiner Anwendung dadurch, daß auf dem durch die Maschine gegebenen Raum nicht beliebig viele Sonderausrüstungen untergebracht werden können.

1.35 Automatisierung

1.350 Vorbemerkung

Für die Untersuchung der Automatisierungsmöglichkeiten der Werkzeugmaschine kann auf den Darlegungen über das Zusammenwirken von Mensch und Maschine beim Fertigungsverfahren der Ausgangssituation (1.33) aufgebaut werden. Aufgrund der dortigen Überlegungen ergeben sich folgende Ansatzpunkte, um menschliche durch maschinelle Arbeit zu ersetzen:

- a) die Werkstückhandhabung, die Werkzeughandhabung und mit bestimmten Nebentätigkeiten verbundene Handhabungsvorgänge,
- b) die sich bei der Handregelung ergebenden Funktionen: Speichern von Informationen, Signalübermittlung an die Maschine, Vergleichen von Ist- und Sollwerten und Korrigieren der Istwerte im Hinblick auf die Sollwerte.

Dementsprechend soll im folgenden untersucht werden:

119) Wagner, W., Hobelmaschinen, in: Betriebshütte, Bd. I, a. a. O., S. 740.

120) Die Tendenz, den Arbeitsfunktionsbereich zu erweitern, besteht nicht nur bei den Universalmaschinen: Z. B. werden Mehrspindelautomaten mit Sonderausrüstungen versehen, die etwa ein Querlochbohren, Stoßen, Fräsen und Polieren gestatten.

- 1) Die Automatisierung der Werkstückhandhabung, des Werkzeugwechsels und bestimmter Nebentätigkeiten.
- 2) Die Automatisierung des Steuervorganges, d.h. das Ersetzen der menschlichen Speicherfunktion und der menschlichen Signalübermittlungsfunktion.
- 3) Die Automatisierung des Regelvorganges, d.h. das Ersetzen der Korrekturfunktion des Menschen.
- 4) Abschließend soll der unterschiedliche Automatisierungsgrad verschiedener Werkzeugmaschinen an Beispielen gezeigt werden.

Die Reihenfolge dieser Maßnahmen spiegelt die technischen Bedingungen bei fortschreitender Automatisierung wider: Bevor ein Steuervorgang automatisiert werden kann, ist die zu steuernde Bewegung maschinell auszuführen; bevor ein Regelvorgang automatisiert werden kann, muß der zu regelnde Steuervorgang automatisiert sein. Entsprechend dem Ziel dieser Untersuchung, die durch Automatisierung verursachten Veränderungen - ausgehend von der Universalmaschine der Ausgangssituation - an den gegenwärtigen Werkzeugmaschinen festzustellen, wird im folgenden der heute jeweils erreichte Endzustand dargestellt und auf die Erörterung von Zwischenstufen verzichtet, so daß die historische Entwicklung der Automatisierung entsprechend der obigen Reihenfolge nicht in Erscheinung tritt.¹²¹⁾

1.351 Automatisierung der menschlichen Handhabungsfunktionen

1.3511 Automatisierung der Werkstückhandhabung

Im folgenden soll ausschließlich die automatisierte Werkstückhandhabung in der Reihen- und Fließfertigung betrachtet werden. Einmal ist hier die automatisierte Werkstückhandhabung am weitesten realisiert,

121) Eine eingehende anschauliche Darstellung der Automatisierungsentwicklung, vor allem am Beispiel der Drehbank, gibt Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 137 - 150.

zum ändern ist sie durch den Werkzeugmaschinenhersteller zu verwirklichen, während bei der Werkstättenfertigung die Automatisierung der Werkstückhandhabung vor allem die Aufgabe der Fördermittelindustrie ist.

Dementsprechend wird hier betrachtet die automatisierte Werkstückhandhabung an "lose verketteten" Maschinen (Reihenfertigung) und an "starr verketteten" Maschinen (Fließfertigung). Bei der losen Verkettung werden die Glieder der Fertigungskette durch selbsttätige, unabhängig in ihren Zubringe- und Bearbeitungskreisläufen voneinander arbeitende, meist gleichartige Einzelmaschinen gebildet.¹²²⁾ Lose verkettet werden hauptsächlich die folgenden Maschinenarten¹²³⁾: Mehrspindelautomaten, Einspindelautomaten, Drehmaschinen, Kopierdrehmaschinen, Frontdrehmaschinen, Bohrmaschinen, Verzahnmaschinen, Schleifmaschinen. Aber auch einzelne Transferstraßen können lose miteinander verkettet werden.

Bei den starr verketteten Maschinen arbeiten die Glieder der Fertigungskette in ihren Zubringekreisläufen voneinander abhängig.¹²²⁾ In dieser Weise arbeiten Sondermaschinen und Mehrspindelautomaten.

Für eine Automatisierung der Werkstückhandhabung ist der Gesamtvorgang in seine Elemente zu zerlegen. Es zeigt sich, daß er aus einer Reihe von verschiedenartigen Teilvorgängen besteht, wie: Ordnen und Vereinzeln von Werkstücken; Richten, Wenden, Schwenken des Werkstückes, Eingeben in die Maschine, Bestimmen der Lage des Werkstückes in der Maschine, Spannen; Ausgeben aus der Maschine.¹²⁴⁾ Allgemein ergibt sich bei einer Betrachtung der Handhabungseinrichtungen für diese einzelnen Vorgänge, daß Arbeiten, die von der menschlichen Hand ohne Mühe ausgeführt werden, zu ihrer Automatisierung komplizierter Mechanismen bedürfen.

Im einzelnen wird die Automatisierung der Werkstückhandhabung in folgender Weise erreicht; es seien zunächst die lose verketteten Maschinen

122) Kettner, S., Verkettung von Fertigungseinrichtungen, in: Werkstattstechnik, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 126.

123) Pötschke, H., Verkettete Maschinen, Hamburg-Berlin-Bonn 1961, S. 7.

124) Gensert, H., Werkstückhandhabung in der spanenden Fertigung, in: Werkstattstechnik, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 144.

betrachtet. Magazine (für geordnete Werkstücke) und Bunker (für ungeordnete Werkstücke) dienen als Speicher. Die Bewegung des Werkstückes beim Weitergeben erfolgt zwangsläufig mit Elevatoren, Gummibändern, Kettenbändern, Schwingförderern oder frei unter Ausnutzung der Schwerkraft, etwa in Rutschen. Oft haben Zubringeeinrichtungen mehrere Funktionen: So wirken in Spiralen geführte Weitergebeeinrichtungen gleichzeitig als Speicher; Vibratoren besorgen die Weitergabe und dabei gleichzeitig ein Ordnen und Magazinieren. Mechanische Greifer dienen zum Eingeben des Werkstückes. Die Spannzeuge werden mechanisch, hydraulisch und pneumatisch betätigt.

Bei den starr verketteten Maschinen mit kreisförmiger Anordnung der Bearbeitungsstationen werden die auf dem Schalttisch (bzw. der Trommel) aufgespannten Werkstücke (vgl. 1.33 Verkürzung der Transportwege und Kontinuierung des Fertigungsablaufes) gemeinsam durch die Tischbewegung zur nächsten Bearbeitungsstation weitergegeben. Bei den Transferstraßen werden die Werkstücke schrittweise durch Mitnehmer auf Rollen- oder Gleitbahnen zwischen den Stationen weitergegeben. Je nach ihrer Form gleiten die Werkstücke dabei direkt auf der Bahn oder befinden sich (bei unregelmäßiger Form) auf Werkstück-Trägern; der letztere Fall erfordert für die Werkstückträger eine zusätzliche Rückföhrbahn zur ersten Bearbeitungsstation. Zum Wenden und Schwenken der Werkstücke werden zwischen den einzelnen Stationen Wende- und Schwenkstationen, die auf den Takt der Straße abgestimmt sind, eingebaut. Die erste Station an starr verketteten Maschinen ist meist als Spannstation ausgebildet.

Die Automatisierung der Werkstückhandhabung erfaßt häufig nicht alle einzelnen Funktionen des Menschen, gegebenenfalls kann es wirtschaftlich sinnvoller sein, einzelne Operationen nach wie vor von ihm ausführen zu lassen.

1.3512 Automatisierung von Nebenvorgängen

Die Automatisierung des gesamten Fertigungsprozesses an einem Werkstück macht auch die Automatisierung von Nebenvorgängen erforderlich, die

z. T. in dieser Form erst durch die Automatisierung des Bearbeitungsprozesses entstehen. Zum Bestimmen und Spannen der Werkstücke sind Stationen erforderlich, die am Werkstück Anlageflächen und Indexierbohrungen erzeugen. Nach bestimmten Arbeitsgängen sind Entgratstationen vorzusehen, da Grate ein genaues Spannen unmöglich machen. Zum Entfernen der Späne von komplizierten Werkstücken dienen Schwenkstationen und Späneabsauganlagen. Der Abtransport der vergrößerten Spänemengen kann durch Schneckenförderer erfolgen.

1.3513 Automatisierung des Werkzeugwechsels

Die menschliche Handhabungsfunktion beim Werkzeugwechsel wird ersetzt, wenn die Werkzeuge maschinell von einem Speicher in ihre Arbeitsstellung innerhalb der Maschine gebracht werden.

Als Speicher dienen vor allem Werkzeugrevolver¹²⁵⁾. Sie werden hauptsächlich verwendet bei Revolverdrehmaschinen, Einspindeldrehautomaten und Revolverbohrmaschinen. Die Grenzen ihrer Anwendung liegen in der beschränkten Speicherfähigkeit des Revolverkopfes, der sich in seiner Größe dem Arbeitsraum der Maschine anpassen muß. Eine wesentlich größere Speicherfähigkeit wird erreicht, wenn das Magazin von dem Arbeitsraum der Maschine getrennt wird.¹²⁶⁾

1.352 Automatisierung des Steuervorganges

1.3520 Vorbemerkung

Bei der Automatisierung des Steuervorganges ist die menschliche Signalübermittlung und Informationsspeicherfunktion zu ersetzen. Als Vorstufe der

125) Dabei ist der Revolver so in der Maschine untergebracht, daß jeweils eins (ggf. auch mehrere) der gespeicherten Werkstücke in Arbeitsstellung ist.

126) Vgl. Goebel, H., Betrachtungen über die Entwicklungstendenz von Werkzeugmaschinen für die mittlere Produktion, in: TZ für praktische Metallbearbeitung, 56. Jg., 1962, Heft 2, S. 50.

Selbststeuerung kann die Fernsteuerung angesehen werden, da hierbei die Voraussetzungen für ein Ersetzen der menschlichen Signalübermittlungsfunktion geschaffen werden. Um die menschliche Speicherfunktion zu ersetzen, gibt es verschiedene Möglichkeiten je nach Art der verwendeten Speicher, die abhängig ist von der Art der zu speichernden Informationen.

Grundsätzlich lassen sich unterscheiden: Weginformationen und Schaltinformationen.¹²⁷⁾ Weginformationen legen die Raumkurve fest, längs der sich der Angriffspunkt des Werkzeuges am Werkstück während der Bearbeitung bewegt. Sie bestimmen also die Form des Werkstückes und ergeben sich aus seinen Maßzahlen. Schaltinformationen bestimmen den zeitlichen Ablauf der Bewegungsvorgänge: Drehzahlen, Vorschubgeschwindigkeit und die zeitliche Reihenfolge der verschiedenen Bewegungen.

Für die nachfolgende Betrachtung ergibt sich somit diese Gliederung:

- 1) Fernsteuerung,
- 2) Steuerung mit mechanischen Speichern,
- 3) Nockensteuerung und Netzwerkspeicher,
- 4) Steuerung mit Bandspeichern; numerische Steuerungen.

1.3521 Fernsteuerung

Fernsteuerung der Werkzeugmaschine verlangt die Möglichkeit des Fernschaltens und Fernmessens; hierzu muß die räumliche Anordnung der Bedienungsorgane und der Meßmittel unabhängig vom inneren konstruktiven Aufbau der Maschine gemacht werden.

Fernschalten

Eine Loslösung der räumlichen Anordnung der Bedienungsorgane vom inneren Aufbau der Maschine wird möglich, wenn die mechanisch betätigten Schaltglieder durch elektrische Schaltglieder ersetzt werden: An die Stelle mechanisch betätigter Kupplungen in Zahnradgetrieben treten elektrische Magnetkupplungen; in hydraulischen Getrieben ersetzen Magnetventile mechanisch betätigte Ventile.

127) Simon, W., Werkzeugmaschinensteuerungen, in: Werkstatt und Betrieb, 92. Jg., 1959, Heft 11., S. 793.

Als sekundäre Folge müssen die Drehzahlbereiche der Vorschubgetriebe erweitert werden, da für Feineinstellungen, die bisher durch Drehen von Handrädern vorgenommen wurden, im Falle der Fernschaltung sehr kleine Drehzahlen erforderlich werden.¹²⁸⁾

Die Signale zum Betätigen der Schaltglieder können durch Drucktasten oder Drehschalter gegeben werden. Drucktasten und Drehschalter ermöglichen eine gedrängte, übersichtliche Anordnung aller Bedienungsorgane; sie können an jeder beliebigen Stelle an der Maschine oder außerhalb der Maschine angeordnet werden. Gegebenenfalls können Tasten und Schalter für gleiche Operationen mehrfach an verschiedenen Stellen der Maschine untergebracht werden. Drucktastensteuerungen werden an allen Maschinenarten verwendet; durch den Fortfall der Hebel und Handräder erhalten die Werkzeugmaschinen ein verändertes äußeres Erscheinungsbild.

Durch die Fernschaltung wird die Bedienung der Werkzeugmaschinen wesentlich erleichtert. Außerdem lassen sich Drucktastenschaltungen so anlegen, daß die verschiedenen Maschinenbewegungen gegeneinander verriegelt werden (z. B. Freigabe der Vorschubbewegung an der Hobelmaschine erst nach erfolgter Spannung des Werkzeugträgers), so daß die Betriebssicherheit erhöht wird.

Fernmessen

Zu messen sind: Schlittenwege, Werkstückabmessungen und Betriebsbedingungen. Um ein Fernmessen zu ermöglichen, müssen alle Meßgrößen in elektrische Größen umgewandelt werden. Meßsysteme zum Fernmessen von Schlittenwegen arbeiten analog oder digital. Bei den analogen Systemen muß der Schlittenweg in eine analoge elektrische Größe umgewandelt werden,¹²⁹⁾ Bei den digitalen Meßsystemen löst die Schlitten-

128) Politsch, H. W., Konstruktive Besonderheiten numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen, in: VDI-Berichte, Nr. 60, Düsseldorf 1962, S. 40.

129) Z. B. kann ein mit dem Schlitten verbundener Schleifbügel auf einem in Richtung des Schlittenvorschubs angeordneten Widerstand eine bestimmte Spannung abgreifen, so daß jeder Schlittenstellung eine bestimmte Spannung entspricht.

bewegung Impulse aus.¹³⁰⁾ Die Lage des Schlittenweges kann bestimmt werden aus der Summe der Impulse oder in der Weise, daß jedem Impuls eine bestimmte Schlittenstellung zugeordnet wird.

Für das Messen von Werkstückabmessungen und Betriebsbedingungen müssen Meßinstrumente, wie etwa Feintaster, Thermometer und Druckmesser, mit elektrischen Meßwertwandlern ergänzt werden. Außerdem ist eine Reihe von Kontrollinstrumenten speziell für die Fernmessung entwickelt worden, wie Staudruckmesser und photoelektrische Instrumente, die die ausgeführten Arbeitsgänge kontrollieren, und induktiv arbeitende Meßgeräte zum Überwachen von Werkzeugbrüchen. Für die konstruktive Ausführung aller Meßinstrumente ist entscheidend, daß sie nicht wie bisher nur zum Messen in die Nähe der Maschine gebracht werden, sondern auch während des Arbeitsvorganges dort verbleiben, wodurch sie Erschütterungen, Temperatureinflüssen, Feuchtigkeit und Staub ausgesetzt sind. Für die Fernmessung verwendete Meßinstrumente müssen außerdem die Möglichkeit der Selbstkontrolle haben, damit ihr Ausfall sofort bemerkt werden kann.

1.3522 Steuerungen mit mechanischen Speichern

Mechanische Speicher wirken als Weginformations- und/oder als Schaltinformationsspeicher. In ihrer wichtigsten Form treten sie auf als: Profil-

130) Bei einem häufig verwendeten System werden die Impulse optisch-elektrisch erzeugt: Zwei Strichgitter, von denen eines etwa am Maschinentisch und das andere am Schlitten befestigt ist, werden durch die Schlittenbewegung aneinander vorbeibewegt. Die Gitter befinden sich zwischen einer Lichtquelle und einer Photozelle. Die Photozelle wird dann von einem Lichtstrahl getroffen und damit ein Impuls ausgelöst, wenn die Striche der Gitter sich überdecken. Vgl. Salje, E., Elemente für Werkzeugmaschinen mit automatisierter Schlittenbewegung, in: Technische Rundschau, Sonderheft Nr. 7, Bern 1958, S. 23.

werkzeuge, Lehren, Kopierschablonen, Kopiermodelle, Kurvenscheiben und Kurventrommeln.

Profilwerkzeuge

Profilwerkzeuge speichern einen Teil der Weginformation. Profilwerkzeuge sind z. B. Formfräser, Fräsersätze und kombinierte Drehwerkzeuge. Profilwerkzeuge sind nicht an bestimmte Maschinen gebunden. Bei Transferstraßen führen kombinierte Werkzeuge oft zu einer wesentlichen Vereinfachung der Bearbeitungsstationen, da sie komplizierte Wegsteuerungen sparen.

Allgemein läßt sich damit eine Verfahrenskonkurrenz zwischen Maschinen mit Profilwerkzeugen und einfachem Steuersystem und Maschinen mit einfachen Werkzeugen und kompliziertem Steuersystem feststellen, wobei den wirtschaftlichen Vorteilen einfacher Steuersysteme die Nachteile hoher Werkzeugkosten bei den Profilwerkzeugen gegenüberstehen.¹³¹⁾

Kopierschablonen - Kopiermodelle

Kopierschablonen enthalten Weginformationen für eine Bahnsteuerung bei zweidimensionalem Funktionszusammenhang der Bewegungen.¹³²⁾ Kopiersteuerungen werden verwendet beim Drehen und Fräsen. Sie können als Zusatzeinrichtungen an den Maschinen angebracht werden; darüber hinaus hat das Kopierverfahren zur Bildung besonderer Maschinenarten, der Kopierdrehbank und der Kopierfräsmaschine, geführt.

Kurvenscheiben - Kurventrommeln

Kurvenscheiben und -trommeln speichern sowohl Weg- wie auch Schaltinformationen.¹³³⁾ Dieses Prinzip wird vor allem bei der Steuerung von

131) Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren..., a. a. O., S. 84.

132) Ein Kopieren in 3 Koordinaten wird dadurch möglich, daß ein Modell in Zeilen abgetastet wird.

133) Die Schaltbewegung bzw. die Bewegung zur Steuerung des Weges wird dadurch erzeugt, daß ein Hebel und ein Nocken von einer um eine Trommel gelegten zylindrischen, sich mit der Trommel drehenden Kurvenscheibe geführt werden. Die Hublänge der sich dabei ergebenden Hin- und Herbewegung ergibt sich aus der Steigung der Kurve, die Geschwindigkeit aus der Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel und aus der Steigung der Kurve.

Ein- und Mehrspindelautomaten angewendet.¹³⁴⁾

Ein- und Mehrspindelautomaten zeigen, daß mit einer rein mechanischen, verhältnismäßig einfachen Steuerung ein vollständig selbsttätiger Ablauf aller zur Bearbeitung nötigen Bewegungen der Maschine zu erreichen ist.

1.3523 Steuerungen mit Nockenspeichern und Netzwerken¹³⁵⁾

Nocken wirken als Weginformations- und Arbeitsfolgenspeicher.¹³⁶⁾ Nockensteuerungen finden Anwendung bei allen Maschinenarten. Die im Prinzip der einfachen Nockensteuerung enthaltenen Steuermöglichkeiten reichen auch aus, um die verschiedenen Bewegungszyklen bei Sondermaschinen selbsttätig ablaufen zu lassen.¹³⁷⁾ Die Grenzen der Nockensteuerung liegen darin, daß nur eine begrenzte Anzahl von Arbeitsinformationen gespeichert werden kann, da auch bei übereinander angeordneten

134) Bei Mehrspindelautomaten und Einspindelautomaten werden durch Kurventrommeln gesteuert: die Vorschubwege aller Schlitten, das Eingeben des Werkstoffes in die Maschine, das Spannen der Werkstücke; beim Einspindelautomaten zusätzlich der Werkzeugwechsel.

135) Dürr, A., Dautel, E., Schwachstrom-Steuerungen an Werkzeugmaschinen, in: Werkstatt und Betrieb, 87. Jg., 1954, Heft 7, S. 357 - 364.

136) Wird an einem bewegten Maschinenteil ein Nocken und an einem stillstehenden Maschinenteil ein Schalter so angebracht, daß beim Passieren des Nockens der Schalter ausgelöst wird, so speichert die bestimmte Stellung des Nockens am Schlitten einen bestimmten Schlittenweg; der beim Betätigen des Schalters ausgelöste Impuls dient zur Auslösung der folgenden Arbeitsoperation. Wird jedem Schalter ein elektrisch steuerbares Schaltglied der Maschine zugeordnet, so können einfache Arbeitszyklen von der Maschine selbst gesteuert werden, z. B. Eilgang vor-Vorschub-Halt-Rücklauf-Zustellung des Werkzeuges usw.

137) Dautel, E., Die elektrische Ausrüstung von Transfermaschinen, in: TZ für praktische Metallbearbeitung, 55. Jg., 1961, Heft 8, S. 400 - 409.

Nockenleisten die Zahl der unterzubringenden Nocken an der Maschine begrenzt ist.

Diese Beschränkung in der Anzahl der Arbeitsinformationen wird aufgehoben, wenn jeder Nocken nicht direkt mit einem Schaltglied, sondern über ein Schrittschaltwerk oder Relaisketten mit mehreren Schaltgliedern entsprechend der Stufenzahl des Schrittschaltwerkes verbunden wird. Dabei können nacheinander durch die Impulse eines Nockens über die verschiedenen Stufen des Schrittschaltwerkes die verschiedenen Verbindungen zu den Schaltgliedern hergestellt werden. Die Steuermöglichkeiten werden weiter vermehrt, wenn der vom Nocken ausgehende Impuls dazu benutzt wird, gleichzeitig mehrere Schaltglieder zu betätigen (etwa Drehzahl, Vorschubgeschwindigkeit und Hilfsvorgänge).

Die Art, wie die Nocken mit den verschiedenen Schaltgliedern verbunden sind, stellt einen Informationsspeicher dar. Dieser Speicher kann in Form einer festen Verdrahtung angelegt sein. Er kann auch so gestaltet werden, daß aus den im Netzwerk vorgegebenen insgesamt möglichen Verbindungen einzelne mit Drucktasten oder Kontaktstifen nach Bedarf ausgewählt werden können. Schließlich kann auch das Netzwerk selbst auswechselbar gemacht werden (Einsteckprogramme).

1.3524 Steuerungen mit Bandspeichern

Als Bandspeicher werden verwendet: Lochstreifen (Lochkarten), Magnetbänder und Filmbänder. Gegenüber Lochstreifen haben Magnetbänder eine höhere Speicherkapazität.¹³⁸⁾

Da die Zahl der der Maschine zu erteilenden verschiedenen Arbeitsinformationen meist begrenzt ist, läßt sich jeder Schaltinformation eine bestimmte Lochkombination beim Lochstreifen zuordnen. Ein Lochstreifenleser kann dann aufgrund der durch das Band erteilten Informationen entsprechende Kontakte, wie sie bei der drucktastengesteuerten Maschine

¹³⁸⁾ Lochstreifen: etwa 4 Löcher/cm; Magnetband: etwa 400 Zeichen/cm.

vorhanden sind, betätigen.¹³⁹⁾ Die Zahl der verschiedenen Weginformationen ist demgegenüber wesentlich höher.¹⁴⁰⁾ Die Vielzahl verschiedener Weginformationen läßt sich jedoch dann auf Bändern speichern, wenn sie auf Lochbändern in digitaler Form, auf Magnetbändern und Lichtbändern in digitaler oder analoger Form¹⁴¹⁾ dargestellt werden, wo bei der digitalen Form, um Bandlänge zu sparen, eine Verschlüsselung der Zahlen in binären oder dezimal-binären Systemen erfolgen kann. In Verbindung mit analogen oder digitalen Meßsystemen gestatten die auf Bändern gespeicherten Weginformationen die selbsttätige Steuerung auch der Wege.¹⁴²⁾

Soweit es sich hierbei um eine digitale Speicherung handelt, werden diese Steuerungen als "numerische Steuerungen"¹⁴³⁾ bezeichnet. Handelt es sich um Bewegungen (von Werkzeug bzw. Werkstückträger), bei denen zwischen den Bewegungsabläufen in den einzelnen Achsen des dreidimensionalen Koordinatensystems kein Funktionszusammenhang besteht (z. B. Langfräsen), so können die Wege durch Anfangspunkt und Endpunkt der Bewegungsrichtung definiert werden. In diesem Falle ist die Zahl der benötigten Weginformationen begrenzt (Einzelpunktsteuerung).¹⁴⁴⁾

139) Dieser Vorgang entspricht prinzipiell dem Vorgang bei der Steuerung eines Jaquard-Webstuhls.

140) Bei einer Arbeitsgenauigkeit von 1/10 mm und 1 m Vorschubweg ergeben sich 10 000 verschiedene Weginformationen.

141) Gerecke, Ed., Übersicht über die vollautomatischen elektronischen Steuerungen an Werkzeugmaschinen, in: Technische Rundschau, Sonderheft, Nr. 7, Bern 1958, S. 3 - 14.

142) Durch die Weginformation des Bandes wird im Zählwerk ein Sollwert eingestellt. Die vom Meßsystem kommenden Impulse werden im Zählwerk summiert. Bei Übereinstimmung ihrer Summe mit dem Sollwert wird ein Koinzidenzsignal ausgelöst, das als Signal für ein bestimmtes Schaltglied verwendet werden kann.

143) Auf die wirtschaftlichen Bedingungen des Einsatzes von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen wird an späterer Stelle im 5. Abschnitt eingegangen.

144) Simon, W., Werkzeugmaschinensteuerungen, a.a.O., S. 793.

Bei Bewegungen mit einem Funktionszusammenhang der Bewegungsabläufe in zwei oder drei Achsen (z.B. Profilfräsen) müssen Bahnpunkte in einem durch die erforderliche Genauigkeit der Bahn - und damit der Werkstückform - gegebenen Abstand (etwa 0,01 mm) mit ihrer Lage in den drei Koordinaten angegeben werden. Die große Zahl der bei dieser "Stetigbahnsteuerung" nötigen Weginformationen erfordert die Verwendung von Magnetbändern als Speicher oder das Zwischenschalten eines Interpolators, der etwa aus der Gleichung der Raumkurve und charakteristischen Punkten die einzelnen Bahnpunkte ermittelt und der Maschine signalisiert.¹⁴⁵⁾

Im Gegensatz zu der Einzelpunktsteuerung handelt es sich bei der Stetigbahnsteuerung um einen geschlossenen Regelkreis. Numerische Steuerungen für Einzelpunktsteuerungen werden verwendet bei folgenden Maschinen¹⁴⁶⁾: Bohrmaschinen aller Art; Fräsmaschinen; Bohr- und Fräswerken; Punktschweißmaschinen; Revolverdrehbänken; Revolverlochpressen; Lehnbohrwerken; Hobelmaschinen; Nietmaschinen; Drehbänken.

Stetigbahnsteuerungen sind bekannt geworden bei Profilfräsmaschinen.¹⁴⁷⁾

1.353 Automatisierung des Regelvorganges

Als Glied eines Regelkreises wirkt der Mensch beim Korrigieren des eigentlichen Bearbeitungsvorganges und beim Beseitigen von Störungen, die den Gesamtablauf betreffen.

Bei vielen selbstgesteuerten Werkzeugmaschinen entfällt die Korrekturfunktion des Menschen während der eigentlichen Bearbeitung. Allerdings wird sie in der Mehrzahl der Fälle nicht durch Mittel der Regeltechnik er-

145) Simon, W., Werkzeugmaschinensteuerungen, a.a.O., S. 800.

146) Stocker, W.M., The production man's guide to numerical control, Amer. Mach., 101, 1957, Nr. 14, S. 133/154 b, zit. nach Simon, W., Werkzeugmaschinensteuerungen, a.a.O., S. 794.

147) Koenigsberger, F., Royle, I.K., Einige britische automatische Werkzeugmaschinen-Steuerungen, in: Werkstatttechnik und Maschinenbau, 48. Jg., 1958, H. 9, S. 467.

setzt, sondern dadurch daß versucht wird, Störgrößen bei der Bearbeitung, die zu Maßabweichungen führen, bei der Gestaltung der Werkzeugmaschine von vornherein auszuschalten durch eine genügend hohe Arbeitsgenauigkeit der Maschine! Demzufolge kann das Sollmaß bei modernen, selbstgesteuerten Werkzeugmaschinen durch einmalige Voreinstellung der Maschine ohne nachfolgende Korrektur erreicht werden.

Eine Ausnahme bilden Schleifmaschinen, bei denen mit einer Meßsteuerung das Werkzeug so lange zugestellt wird, bis der Sollwert erreicht ist, nachstellbare Drehstähe an Sondermaschinen und die schon erwähnten Profilfräsmaschinen mit Stetigbahnsteuerung.

Unsystematisch auftretende Störungen des Gesamtablaufes werden zwar von Meßinstrumenten, z. B. bei Transferstraßen, überwacht, beim Eintreten von Störungen wird jedoch lediglich die Gesamtanlage stillgelegt; zu beseitigen sind die Störungen weiterhin durch den Menschen.

Insgesamt läßt sich also feststellen, daß Werkzeugmaschinen mit Selbstregulung selten sind.

1.354 Der Automatisierungsgrad von Werkzeugmaschinen

Die Untersuchung zu den vorangegangenen Punkten über die Automatisierung der Werkzeugmaschine hat gezeigt, daß hierfür technische Mittel in großer Vielfalt eingesetzt werden. Je nach Art der eingesetzten Mittel lassen sich die verschiedenen Funktionen des Menschen bei der Bedienung der Werkzeugmaschine im unterschiedlichen Grade ersetzen. Viele dieser Mittel selbst gestatten daneben eine abgestufte Anwendung hinsichtlich ihres Automatisierungserfolges (z. B. können mit Nockensteuerungen nur einzelne Bewegungen gesteuert werden, während die übrigen Bewegungen nach wie vor von Hand gesteuert werden). Schließlich können die verschiedenen Steuerungsmittel miteinander kombiniert werden (z. B. Arbeitsinformationen vom Band, Weginformationen durch Nockensteuerung).

Das führt einmal dazu, daß die Werkzeugmaschinen hinsichtlich der bei ihnen verwirklichten Steuerungsmöglichkeiten technisch ein Bild größter Mannigfaltigkeit bieten, was darauf schließen läßt, daß die Entwicklung der Werkzeugmaschinensteuerung noch in vollem Gange ist. Zum anderen repräsentieren

damit die verschiedenen Werkzeugmaschinen unterschiedliche Automatisierungsgrade in feinsten Differenzierung.

Der Automatisierungsgrad von Werkzeugmaschinen läßt sich daher nur in konkreten Fällen erfassen. Als Beispiel hierzu seien die Ergebnisse einer 1956 durchgeführten Untersuchung¹⁴⁸⁾ über den Automatisierungsgrad verschiedener Maschinenarten angeführt.

Als Automatisierungsgrad 0 wurde ein Zusammenwirken von Mensch und Maschine angenommen, das bis auf eine Ausnahme (Vorschubbewegung durch menschliche Kraft) dem entspricht, wie es zur Charakterisierung des Fertigungsverfahrens der Ausgangssituation beschrieben wurde (vgl. 1. 13). Die vom Menschen durchzuführenden Tätigkeiten wurden in 32 Grundfunktionen aufgegliedert (z. B. Material beschaffen, Werkstück einspannen, Bewegung einschalten usw.). Unter Berücksichtigung der physischen und psychischen Anstrengung wurde für jede Grundfunktion ein Schwierigkeitsgrad ermittelt. Außerdem wurde der Zeitanteil jeder Grundfunktion innerhalb eines durchschnittlichen Bearbeitungszyklus bestimmt. Aus dem Produkt von Zeitanteil und Schwierigkeitsgrad jeder Grundfunktion wurde der "Arbeitswert" jeder Funktion errechnet. Die Summe der Arbeitswerte der automatisierten Funktionen ergab den Automatisierungsgrad der Maschine.¹⁴⁹⁾

Maschinenart	Automatisierungsgrad (%)
1. Revolverdrehbank m. Handvorschub	0
2. " mit Vorschub; Rev. Kopfschaltg. v. Hd.	23,1
3. Übliche Drehbank mit Vorschub	18,6
4. " m. halbsebsttät. Arbeitsverlauf	38,3
5. Nachformdrehbank	51,2
6. 1 Spindel-Futterautomat, Einlegen v. Hd.	57
7. 1 Spindel-Stangenautomat	74
8. 6 Spindel-Stangenautomat	77
9. Transferstraße	79

Tab. 1: Automatisierungsgrad

148) Moll, H., Ulbricht, W., Heutiger technischer Stand und Entwicklungstendenzen in der Automatisierung der Fertigung, am Beispiel einer Automobilfabrik, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 47. Jg., 1957, H. 3, S. 117.- 123.

149) Werte 6 - 9 aus Diagramm S. 119 entnommen.

Die Werte lassen erkennen, daß die Transferstraße hinsichtlich des Automatisierungsgrades an der Spitze steht.

1.36 Die tatsächliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit am praktischen Beispiel

Im vorangegangenen wurden die Rationalisierungsmöglichkeiten der Fertigungsverfahren (1.2) und ihre technische Realisierbarkeit prinzipiell (1.3) untersucht. Zur Veranschaulichung und Bestätigung dieser Überlegungen erscheint es angebracht, die tatsächliche quantitativ erfaßbare Erhöhung der Wirtschaftlichkeit beim Einsatz der veränderten Werkzeugmaschinen kurz zu betrachten.

Hierbei bestehen jedoch eine Reihe von Hindernissen, die die Angabe gültiger Werte erschweren. Wie die vorangegangenen Darlegungen gezeigt haben, existieren unterschiedliche Rationalisierungsmöglichkeiten in großer Zahl. Die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit hängt wesentlich von den besonderen Möglichkeiten ab, die im konkreten Fall realisiert werden; das bedeutet, daß selbst zwischen Maschinen gleicher Art (z. B. Transferstraßen) hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit Unterschiede bestehen können.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung wird entscheidend beeinflusst durch die Restwerte der ersetzten Maschinen, d.h. durch eine Größe, die von den besonderen für das einzelne Unternehmen geltenden Bedingungen abhängig ist.

Sodann gehen in die Wirtschaftlichkeitsrechnung mit Unsicherheiten behaftete Zukunftserwartungen ein. Da die Rationalisierungswirkung moderner Werkzeugmaschinen zum großen Teil auf der Substitution menschlicher Arbeit durch Betriebsmittel beruht, spielt die zukünftige Entwicklung des Arbeitsmarktes und der Löhne für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle. Infolge des erhöhten Fixkostenanteils bei den neuen Maschinen wirken sich Beschäftigungsschwankungen stärker als bisher auf die Stückkosten aus. Wieweit die daraus resultierende Forderung nach einem hohen Beschäftigungsgrad aber in Zukunft erfüllt werden kann, hängt von der nicht exakt bekannten Entwicklung der Absatzmärkte ab. Schließlich bestimmen Erwartungen hinsichtlich des

technischen Veraltens der Maschinen und der Absatzmöglichkeiten den in die Wirtschaftlichkeitsrechnung eingehenden Amortisationszeitraum.

Die begrenzte Vergleichbarkeit der durch die Rationalisierung veränderten Werkzeugmaschinen und die von unternehmens-individuellen und erwarteten Größen abhängige Wirtschaftlichkeitsrechnung lassen daher im Rahmen dieser Arbeit nur eine Veranschaulichung der veränderten Wirtschaftlichkeit am speziellen Beispiel zu:

Maschinenart	Stückkosten in franz. frs.				
	1	2	3	4	5
Kosten für:					
Arbeit	640	485	262	104	53
Maschinen	101	103	132	132	160
Werkzeugverschleiß	30	35	40	40	40
Kosten total	771	623	434	276	253

1: Universalmaschinen

3: Einzweckmaschinen

2: Universalmaschinen mit
Vielstahlköpfen

4: Transferstraßen

5: verbesserte Transferstraßen

Tab. 2: 150) 151) Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

150) Case Study Nr. 12 "Automation in the Renault Works" by A. Lucas (DRS-RNUR) für die OEEC-Konferenz, Paris, 8. - 12. April 1957, entnommen (hektographiert; Restricted Distribution; Wiedergabe mit Genehmigung der OEEC-EPA); zit. bei Hammer, M., Vergleichende Morphologie der Arbeit in der europäischen Automobilindustrie; Die Entwicklung zur Automation, Basel 1959, S. 69.

151) "Als Vergleichsmaßstab für die Zahlen der Kolonnen 1 - 4 .. wurde die Produktion der ersten vier Sektionen (von insgesamt 16) der Dauphine-Transferanlage für Zylinderblöcke (Kolonne 5) gewählt. Die der Berechnung zugrunde liegende Produktionsgröße beträgt 2 Millionen Zylinderblöcke in einem Zeitraum von 7 Jahren, was der geplanten Kapazität der Transferanlage von Kolonne 5 annähernd entspricht. Die Preise der dieser Produktion entsprechend benötigten älteren Maschinen (Kolonne 1 - 4) bzw. die mit ihnen erzielten Stückkosten ..., wurden durch Umrechnung auf das Preis- und Lohnniveau von 1956 vergleich-

Die Tab. 2 läßt erkennen, daß von den Universalmaschinen über Universalmaschinen mit Spezialausrüstung, Einzweckmaschinen zu den Transferstraßen die Kosten für Arbeit stufenweise abnehmen, während die Kosten für Maschinen stufenweise zunehmen; diese Tatsache spiegelt den Vorgang der Substitution des Faktors Arbeit durch Betriebsmittel. Der eigentliche Rationalisierungserfolg zeigt sich darin, daß die Kosten für Arbeit stärker abnehmen als die für Betriebsmittel zunehmen. Die erhöhten Kosten für den Werkzeugverschleiß dürften mit einem vorzeitigen Wechsel noch nicht restlos abgenutzter Werkzeuge bei automatisierten Maschinen zu erklären sein, wodurch Betriebsstörungen vermieden werden sollen. Insgesamt zeigt sich eine stufenweise Abnahme der Stückkosten beim Übergang von Universalmaschinen zu Einzweckmaschinen und von dort zu Transferstraßen. Die extreme Stellung der Transferstraßen hinsichtlich der Stückkosten korrespondiert mit der Tatsache, daß bei diesen Maschinen die meisten der in diesem Kapitel behandelten Rationalisierungsmaßnahmen kombiniert verwirklicht sind.

Zusammenfassung

Im Kapitel 1.3 wurde gezeigt, in welcher Weise die Rationalisierungsmaßnahmen: Erhöhung der Zerspanungsleistung, Erhöhung der Lebensdauer und Arbeitsgenauigkeit, Verkürzen der Transportwege und Kontinuierisierung des Fertigungsablaufes, Veränderung des Funktionsbereiches und Automatisierung durch eine veränderte Gestaltung der Werkzeugmaschinen verwirklicht werden.

Die dabei gefundenen Veränderungen wiesen zwei Erscheinungsformen auf:

1. Veränderung der Universalmaschinen im Sinne einer technischen Weiterentwicklung dieser Maschinen.
2. Entstehen neuer Maschinenarten aus einer vollständigen Umgestaltung der Universalmaschinen.

bar gemacht. Die Arbeit ... wurde zum Durchschnittslohn + Sozialbeiträge von 1956 = fr. frs. 450 pro Std. berechnet." Die Zahlen der Kolonne 1 tragen hypothetischen Charakter, da Universalmaschinen im Laufe der Entwicklung für die der Rechnung zugrunde gelegten Mengen tatsächlich nicht eingesetzt wurden. S. Hammer, M., a.a.O., S. 70.

Im folgenden sollen zur terminologischen Vereinfachung alle durch die Rationalisierung veränderten Werkzeugmaschinen als "rationalisierte Werkzeugmaschinen" bezeichnet werden. Die neu entstandenen Maschinenarten sollen im Hinblick auf die der Betrachtung zugrunde gelegten Maschinen der Ausgangssituation kurz als "abgespaltene Werkzeugmaschinen" bezeichnet werden.¹⁵²⁾ Für die abgespaltenen Maschinenarten wurden charakteristische Beispiele angeführt; eine Aufstellung der Gesamtheit dieser Maschinen wird im folgenden Kapitel gegeben.

1.4 Stellung und historische Entwicklung der rationalisierten Werkzeugmaschinen im Rahmen der Werkzeugmaschinen-gesamtheit

1.40 Vorbemerkung

Um sich ein Urteil darüber bilden zu können, in welchem Umfang der Werkzeugmaschinenbau von den mit dem Bau rationalisierter Maschinen verbundenen Veränderungen betroffen wird, erscheint eine statistische Betrachtung der Stellung der rationalisierten Maschinen im Rahmen der Werkzeugmaschinen-Gesamtproduktion angebracht. Um zu einer Einsicht auch darin zu gelangen, wieweit die durch die Rationalisierung bedingten Veränderungen eine zeitabhängige Größe darstellen, sollen die rationalisierten Maschinen in ihrer historischen Entwicklung erfaßt werden. Allerdings ist eine statistische Erfassung der rationalisierten Maschinen nur so weit möglich, wie es sich um abgespaltene Maschinenarten handelt.

152) Die Begriffe "rationalisierte Werkzeugmaschinen" und "abgespaltene Werkzeugmaschinen" haben für die weitere Untersuchung rein instrumentalen Charakter; sie sind nur sinnvoll in bezug auf eine ganz bestimmte, dieser Arbeit zugrunde gelegten Ausgangssituation.

1.41 Stellung der rationalisierten Werkzeugmaschinenarten im Rahmen der Gesamtproduktion der Werkzeugmaschinen

Die folgende Tab. 3 soll zunächst eine Übersicht über die Stellung der spanabhebenden Werkzeugmaschinen innerhalb der Gesamtindustrie, des Maschinenbaus und der Werkzeugmaschinenindustrie vermitteln.

Tab. 3;¹⁵³⁾ Stellung der spanabhebenden Werkzeugmaschinen innerhalb der übrigen Industrie (1952; 1957; 1961) Bundesgebiet

	1	2		3		4	
	Ges. Ind. Ums. Mio./DM	Masch. Bau Produktion 1000 DM	%	Werkzeugmasch. Produktion 1000 DM	%	spanabh. WM Produktion 1000 DM	%
1952	119 073	9 663 296	8,1	1 017 177	10,7	764 462	75,2
1957	199 550	17 713 162	8,9	1 775 649	10	1 276 583	71,9
1961	277 922	27 463 632	9,9	2 735 024	10	1 818 430	66,5
Anteil von 1			Anteil von 2			Anteil von 3	

Der folgenden Untersuchung wird die Statistik¹⁵⁴⁾ der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA zugrunde gelegt. Gegenüber der amtlichen Statistik wird hiervon nicht die Gesamtzahl aller Betriebe erfaßt; jedoch ist ihre Zahl noch genügend hoch, um eine ausreichende Allgemeingültigkeit der Werte zu gewährleisten, wie die folgende Tab. 4 zeigt:

153) Zusammenstellung des Verfassers nach: VDMA (Hrsg.), Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 1953, 1958, 1962, Frankfurt a.M. o.J., S. 30/38/75 (1953), S. 32/42/87 (1958), S. 37/85/127/128 (1962).

154) Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.), Statistische Zahlen ..., a.a.O.

Tab. 4: ¹⁵⁵⁾ Gesamtproduktion spanabhebender Werkzeugmaschinen

	1952	1957	1961
Amtliche Totalzahlen in TDM	764 462	1 359 104	1 915 677
Verbandsstatistik in TDM	707 372	1 244 786	1 699 015

Die Verbandsstatistik hat im Vergleich zur amtlichen Statistik den hier ausschlaggebenden Vorteil exakter Detailwerte.

Für eine Interpretation der in Tab. 5 gegebenen Zusammenstellung der als Folge der Rationalisierung von den Universalmaschinen abgespaltenen Maschinenarten ist zu berücksichtigen:

- 1) Die eindeutige Einordnung einer bestimmten Maschine unter die Melde-Nummer des Warenverzeichnisses ist oft schwierig; gleiche Maschinen können von verschiedenen Firmen unter verschiedene Melde-Nummern eingeordnet werden.
- 2) Von 1952 - 1961 haben die Melde-Nummern für einige Maschinenarten gewechselt; in diesen Fällen wurde versucht, die entsprechenden Maschinenarten zusammenzufassen.
- 3) Unter einigen Melde-Nummern sind Universalmaschinen und abgespaltene Maschinenarten zusammen enthalten (etwa unter 32 11 21 Spitzendrehmaschinen und Vielschnittdrehmaschinen); in der Annahme, daß der Hauptanteil der Maschinen unter diesen Melde-Nummern auf Universalmaschinen entfällt, wurden diese Melde-Nummern bei der Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Die Zusammenstellung erlaubt jedoch, sich einen Überblick zu verschaffen über den Gesamtanteil der neuentstandenen Maschinenarten an der Produktion der spanabhebenden Werkzeugmaschinen und über die Bedeutung der einzelnen Maschinenarten innerhalb der Gesamtheit der abgespaltenen Maschinenarten.

¹⁵⁵⁾ Zusammenstellung des Verfassers nach: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.), Statistische Zahlen ..., a.a.O., S. 28, S. 13; 1952 Bundesgebiet, 1957 u. 1961 Bundesgebiet und Westberlin.

Tab. 5:¹⁵⁶⁾ Produktionswerte der von den Universalmaschinen abgespaltenen Maschinenarten

Maschinenart	Melde-Nr. 32 11 ..	Produktionswert in 1000 DM		
		1952	1957	1961
Hobel- u. Stoßm. für Sonderzwecke	18	4 028	6 573	8 826
Außengewindeschneidm.	26	835	1 892	3 786
Abstechm. u. -automaten	27	-	2 228	2 589
Kopierdrehm.	28	-	7 811	14 166
Sonstige Drehm. (Oval-Kurbel- wellen-usw.)	29	16 579	36 955	45 554
Revolverdrehm.	31+32	25 612	41 881	51 676
Einspindeldrehautom.	33+34+37+39	20 015	51 437	88 813
Mehrspindeldrehautom.	35	-	30 265	59 379
Senkr. Mehrsp. Bohrm.	43	8 906	10 941	13 367
Waagr. Ein-u. Mehrsp.	44	bei 46	11 550	9 601
Feinbohrm.	45	bei 47	22 460	21 718
Tiefbohrm.	46	10 421	2 948	3 732
Lehrenbohrm.	47	14 258	8 755	13 469
Sonst. Bohrm.	48	9 167	15 012	23 360
Innengewindeschnm.	49	2 009	2 624	3 116
Rundtisch-, Trommelfräsm.	53	-	4 344	6 808
Plan-u. Langfräsm.	54	8 784	24 783	23 925
Kopierfräsm. u. ä.	56	10 665	24 503	43 184
Gewindefräsm.	57	-	1 435	2 300
Sonst. Fräsm.	59	6 975	13 596	17 022
Komb. Säge-u. Feilm.	67	2 393	3 542	6 652
Rundschleifm. f. Sonderzwecke	73	14 926	22 773	37 321
Sonstige Schleifm.	79	1 948	11 793	20 620
Verzahnsm.	81+83+87+88+89	30 226	64 119	96 708
Sonderm.	93	1 948	55 591	125 965
Mehrsp. -Bohrköpfe, Bohrein., Fräs-, Drehein.	91+94+95+99	bei 93	5 231	6 764

In Abb. 3 ist der Gesamtanteil und die Anteile der 10 anteilmäßig bedeutendsten Maschinenarten dargestellt. Dabei sind zusammengefaßt unter:

"Sonstige Drehmaschinen": Achsen-, Block-, Kurbelwellen-, Oval-, Radsatz-, Walzen- Drehmaschinen, Wellenschäl-, Schmiernutzenzieh-, Stangenanspitzmaschinen u. a. ; "Rundschleifmaschinen für Sonderzwecke": Kurbelwellen-, Walzen-, Gewinde-, Kegel-, Oval-, Radsatzschleifmaschinen u. a. ; "Sonstige Bohrmaschinen": Mehrspindel-Bohr-, Fräs- und Gewindesteinschneidmaschinen, Kurbelwellenbohr-, Revolver-, Schienenbohr- und Sägemaschinen, Zentrier- und Anbohrmaschinen.

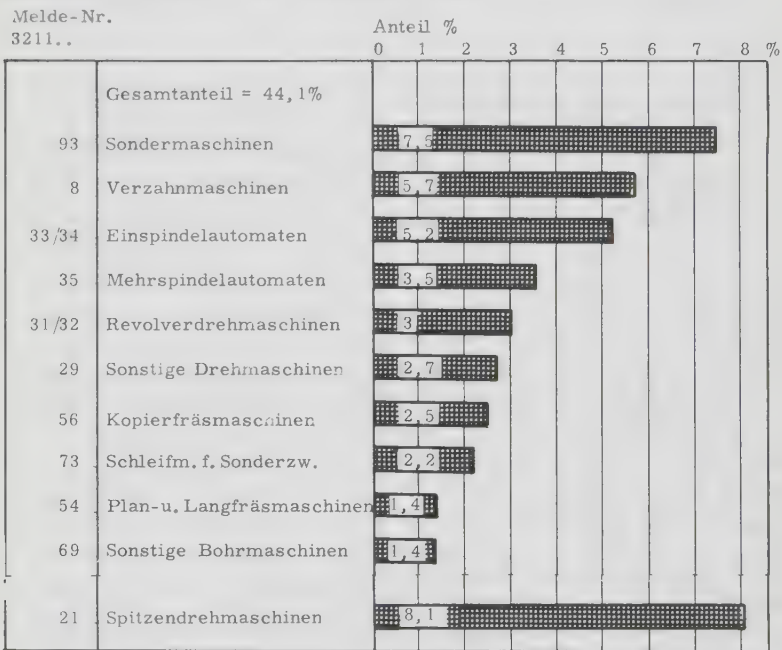


Abb. 3: Anteil abgespaltener Maschinenarten an der Gesamtproduktion spanabhebender Werkzeugmaschinen 1961

- 156) Zusammenstellung des Verfassers nach: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.), Statistische Zahlen aus dem Werkzeugmaschinenbau, a. a. O.; 1952 Bundesgebiet, 1957 und 1961 Bundesgebiet und Westberlin.

Mit rd. 44 % machen die abgespaltenen Maschinenarten einen hohen Anteil der Gesamtproduktion der spanabhebenden Werkzeugmaschinen aus; dementsprechend kann auch damit gerechnet werden, daß ein hoher Anteil der Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmen von den mit dem Bau dieser Maschinen verbundenen Auswirkungen betroffen wird.

Die Abbildung läßt erkennen, daß die Sondermaschinen den stärksten Anteil haben; er erreicht nahezu den Anteil der stärksten Universalmaschinenart, der Spitzendrehmaschinen.

1.42 Die historische Entwicklung der rationalisierten Maschinenarten

Zunächst sei eine Übersicht gegeben über das ungefähre erste Auftreten charakteristischer Rationalisierungsmaßnahmen an Werkzeugmaschinen.

1800 - 1850

Entwicklung der Universalmaschinen in ihrer prinzipiellen Form als Dreh-, Hobel-, Bohr- und Fräsmaschine.¹⁵⁷⁾

1850 - 1900

Mehrfachmeißelhalter, Doppelschlitten, Revolverdrehbank, Ein- und Mehrspindelautomat, Rundschleifmaschine, Zahnradfräsmaschine; Schnellstahl.¹⁵⁷⁾ Bereits um 1907 wurden verschiedene Einzweckmaschinen gebaut, wie Sonderbohrwerke für Dieselgehäuse, Fräsmaschinen für Teile aus dem Lokomotivbau, Kurbelwellenschleifmaschinen und andere.¹⁵⁸⁾

1925 - 1940

Hartmetall; spezialisierte Bearbeitungseinheiten¹⁵⁹⁾, Mehrspindelbohrmaschi-

157) Schwerd, F., Spanende Werkzeugmaschinen, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956, S. 5 - 10.

158) Meffert, A., Das Bild der deutschen Werkzeugmaschine um das Jahr 1907, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 47. Jg., 1957, H. 1, S. 14.

159) Notter, E., Die Vorteile weitgehend typisierter Baueinheiten, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 48. Jg., 1958, H. 2, S. 94.

nen, Fließstraßen mit annähernd abgestimmtem Takt und Weitergabe der Werkstücke von Hand (in Deutschland)¹⁶⁰⁾.

1950 - 1955

Mehrwege-, Schalttischmaschinen, Transferstraßen; oxydkeramische Schneidstoffe; numerische Steuerungen.

Diese grobe Zusammenstellung charakteristischer Rationalisierungsmaßnahmen an Werkzeugmaschinen zeigt, daß viele Formen der rationalisierten Maschinen nicht erst in der Nachkriegszeit entstanden sind, sondern ihren Ursprung schon in der entfernten Vergangenheit haben. So betrachtet, weist die Veränderung der Werkzeugmaschinen als Folge der Rationalisierung keine revolutionären Züge auf.

Für die vorliegende Untersuchung könnte aufgrund der Tatsache, daß viele der von den Universalmaschinen abgespaltenen Maschinen schon vor 1945 entwickelt wurden, geschlossen werden, daß die mit ihrem Bau verbundenen Besonderheiten nicht als zeitabhängige Veränderungen in der Nachkriegszeit in Erscheinung treten.

Indessen reicht eine Chronik des erstmaligen Auftretens bestimmter Veränderungen nicht aus, um die zeitliche Entwicklung der rationalisierten Werkzeugmaschinen zu beurteilen. Sie muß vielmehr ergänzt werden durch eine Darstellung, die erkennen läßt, wie sich die Verbreitung der Rationalisierungsmaßnahmen im Zeitablauf entwickelt hat. Eine solche Darstellung aufgrund statistischer Werte ist möglich für die abgespaltenen Maschinenarten.

Mit Hilfe der in Tab. 4 und Tab. 5 angegebenen Werte läßt sich die Entwicklung des Anteils aller abgespaltenen Maschinenarten am Gesamtvolumen der spanabhebenden Werkzeugmaschinen ermitteln. Die Ergebnisse zeigt Abb. 4.

Es zeigt sich ein starkes Anwachsen der abgespaltenen Maschinenarten innerhalb der Gesamtproduktion; dabei ist zwischen 1952 - 1957 ein stärkeres Anwachsen zu erkennen als zwischen 1957 - 1961.

160) Steeger, A., Automatisierung der Werkzeugmaschinen als Ziel der Fertigungstechnik, in: Industrie-Anzeiger, 78. Jg., 1956, Nr. 47/48, S. 681.

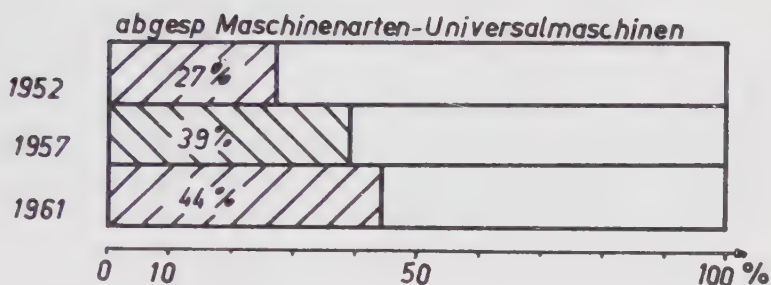


Abb. 4: Wertanteil aller abgespaltenen Maschinenarten an der Gesamtproduktion spanabhebender Werkzeugmaschinen 1952 - 1957 - 1961

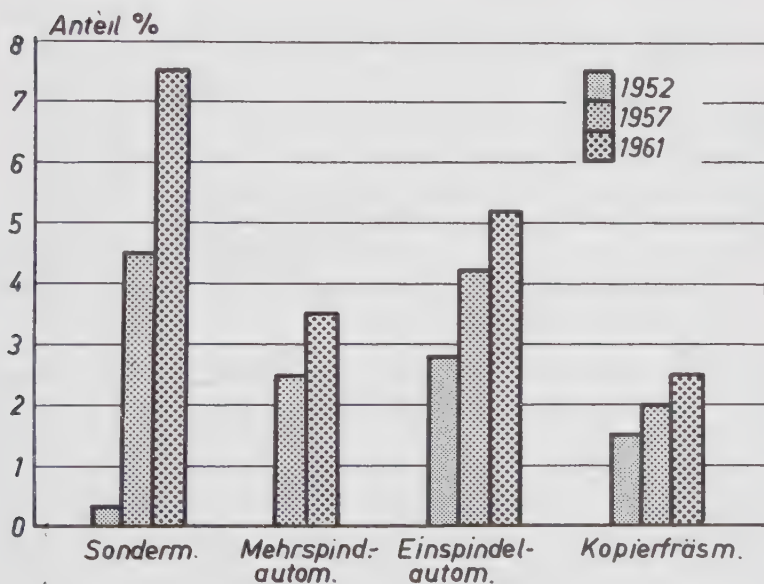


Abb. 5: Entwicklung des Wertanteils der abgesp. Maschinenarten mit dem höchsten Anteilenzuwachs an der Gesamtproduktion spanabh. Werkzeugmaschinen

Von diesem Anteilszuwachs werden nicht alle Maschinenarten in gleichem Maße betroffen, neben Maschinenarten mit überproportionalem Zuwachs gibt es auch solche, deren Anteil abgenommen hat. In der Abb. 5 sind diejenigen vier Maschinenarten mit ihren Anteilen 1952, 1957, 1961 dargestellt, bei denen der stärkste absolute Zuwachs festzustellen war; an der Spitze stehen hier wieder die Sondermaschinen. Bei den Mehrspindelautomaten ist zu berücksichtigen, daß für diese Maschinen nach dem Kriege Produktionsbeschränkungen bestanden.

1.5 Ergebnisse des Abschnittes 1

Ziel der vorangegangenen Darlegungen des Abschnittes 1 war die Feststellung der Veränderungen der Werkzeugmaschinen als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren. Hierzu wurde zunächst eine nach Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschine bestimmte Ausgangssituation festgelegt (Fertigung auf Universalwerkzeugmaschinen). Für die Ausgangssituation wurden die grundsätzlichen Rationalisierungsmöglichkeiten analysiert, sodann wurde die Verwirklichung dieser Möglichkeiten durch eine veränderte funktionelle und konstruktive Gestaltung der Werkzeugmaschinen untersucht. Abschließend wurde auf die Stellung und die Entwicklung der rationalisierten Werkzeugmaschine innerhalb der Gesamtheit der Werkzeugmaschinen eingegangen.

Im Hinblick auf das Ziel des Abschnittes 1 ist zu fragen, inwieweit die unter 1.3 gefundenen konstruktiven und funktionellen Veränderungen der Werkzeugmaschine als Grundlage für die weitere Betrachtung dienen können.

Die Tatsache, daß die Veränderungen zwei Erscheinungsformen aufweisen, eine allgemeine technische Weiterentwicklung der im Ausgangszeitpunkt vorhandenen Maschinen und das Auftreten von neuen Maschinenarten neben der Universalmaschine, bedeutet für die Untersuchung, daß Veränderungen in der Unternehmung durch die Rationalisierung der Werkzeugmaschine nicht nur im Zeitvergleich festgestellt werden können, sondern auch im zwischen-

betrieblichen Vergleich von Unternehmen mit Universalmaschinen und solchen mit dem Bau von abgespaltenen Maschinenarten.

Entsprechend der Methodik der Darstellung, grundsätzliche Rationalisierungsmaßnahmen und ihre technische Realisierung herauszustellen, nicht aber einzelne durch die Rationalisierung veränderte Maschinen zu beschreiben, ist jedoch das gewonnene Bild der rationalisierten Maschinen hinsichtlich ihres Aufbaus und ihrer Funktion notwendigerweise abstrahiert. Für die tatsächliche Erscheinungsform in baulicher und funktioneller Hinsicht der rationalisierten Maschinen ist zu berücksichtigen, daß bei den einzelnen Maschinenarten die verschiedenen Rationalisierungsmaßnahmen sowohl in gradueller Abstufung als auch in unterschiedlicher Kombination verwirklicht werden; neben den Transferstraßen, bei denen höchste Genauigkeit, höchste Zerspanungsleistung, höchster Automatisierungsgrad und engste Funktionsbeschränkung verwirklicht sind, stehen einfache Universalmaschinen, bei denen sich die Rationalisierungsmaßnahmen eventuell auf die Automatisierung einer einzigen Bedienungsfunktion beschränken. Weiter ist zu beachten, daß auch gleiche Rationalisierungsmaßnahmen ggf. mit unterschiedlichen Mitteln realisiert werden können. Somit bieten die unter dem Einfluß der Rationalisierung veränderten Werkzeugmaschinen ein Bild äußerster Mannigfaltigkeit. Dementsprechend könnte erwartet werden, daß auch die Veränderungen, die beim Bau dieser Maschinen beim Hersteller hervorgerufen werden, eine ähnliche Vielfalt aufweisen. Eine ins einzelne gehende Untersuchung aller durch die Rationalisierung veränderten Maschinen erscheint indessen weder möglich noch überhaupt sinnvoll. Da die Vielfalt der rationalisierten Maschinen sich zurückführen läßt auf eine begrenzte Anzahl von Rationalisierungsmaßnahmen, liegt die Annahme nahe, daß die möglicherweise verschiedenartigen Auswirkungen des Baus rationalisierter Maschinen sich ebenfalls zurückführen lassen auf eine beschränkte Anzahl von Einflußfaktoren. Da weiter angenommen werden kann, daß sich diese Einflußfaktoren auf deduktivem Wege nur bei einer Kenntnis der der Vielfalt der rationalisierten Maschinen zugrunde liegenden Ursachen finden lassen, bildet die Betrachtung der prinzipiellen Rationalisierungsmaßnahmen und ihrer Realisierung die geeignete Grundlage für weitere Überlegungen. Die Darlegungen des vorangegangenen Abschnittes liefern aber auch die nötigen Anhaltspunkte, um zur Veranschaulichung und Bekräftigung deduktiv gefolgelter Tatbestände charakteristische Beispiele in der Praxis zu finden.

Betrachtet man schließlich die unter 1.4 gefundenen Ergebnisse in ihrer Bedeutung für die weitere Untersuchung, so zeigt sich: Neben den Auswirkungen allgemeiner Rationalisierungsmaßnahmen (Erhöhung der Leistung, der Genauigkeit, Automatisierung), von denen alle Werkzeugmaschinenhersteller betroffen sind, müssen sich bei einem hohen Anteil von Werkzeugmaschinenunternehmen die Auswirkungen des Baus der abgespaltenen rationalisierten Maschinenarten bemerkbar machen, wie aus dem hohen Anteil dieser Maschinenarten zu folgern ist. Überlegungen, die sich auf diese Maschinenarten und ihre Auswirkungen richten, gelten daher für eine große Anzahl von Werkzeugmaschinenunternehmen. Es wird weiter ersichtlich, daß den Sondermaschinen aufgrund ihres Produktionsanteils eine besondere Bedeutung zuzumessen ist.

Die Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der rationalisierten Maschinenarten zeigt ein starkes Anwachsen ihres Anteils in den letzten 10 Jahren. Berücksichtigt man, daß 1952 schon ein starker Rationalisierungseinfluß wirksam war, so ist dieses Anwachsen bezogen auf die ersten Nachkriegsjahre als noch stärker anzunehmen. Das bedeutet, daß in dem zu betrachtenden Zeitraum viele Unternehmen von der Produktion von Universalmaschinen zur Produktion der abgespaltenen Maschinenarten übergegangen sein oder die Produktion dieser Maschinen erheblich erweitert haben müssen, so daß auch die Besonderheiten des Baus von solchen abgespaltenen Maschinenarten als zeitabhängige Veränderung im Untersuchungszeitraum feststellbar sein müssen, die schon vor 1945 entwickelt waren.

Die vorangegangenen Überlegungen ergeben eine hervorragende Bedeutung der Sondermaschinen: Sie vereinigen in sich die größte Fülle verschiedener Rationalisierungsmaßnahmen, sie haben den höchsten Automatisierungsgrad, sie bringen die größte Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, hinsichtlich des Produktionsvolumens stehen sie an der Spitze aller abgespaltenen Maschinenarten, innerhalb der Entwicklung des Produktionsvolumens in der Nachkriegszeit zeigen sie den stärksten Anstieg. Es erscheint daher gerechtfertigt, in den folgenden Ausführungen bevorzugt die Sondermaschine zu betrachten.

Insgesamt wurde also mit den Darlegungen des vorangegangenen Abschnittes 1 die Grundlage geschaffen für eine weitere Untersuchung des Einflusses der rationalisierten Werkzeugmaschinen auf die Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers.

2. Die Haupteinflußfaktoren bei der Herstellung rationalisierter Werkzeugmaschinen

2.0 Vorbemerkung

Die Auswirkungen des Baus rationalisierter Werkzeugmaschinen auf die Unternehmung können nur in bezug auf eine bestimmte Ausgangssituation erfaßt werden. Es wird im folgenden von einer Situation ausgegangen, die gekennzeichnet ist durch "Universalmaschinenbau in Serien"; sie entspricht sinngemäß der Ausgangssituation, die dem vorangegangenen Abschnitt zugrunde gelegt wurde.

Die Auswirkungen des Baus rationalisierter Maschinen könnten in der Weise dargestellt werden, daß zunächst die Unternehmung der Ausgangslage in ihren charakteristischen Merkmalen (Aufgaben und Faktoren) analysiert würde; so- dann wäre die Unternehmung, die rationalisierte Maschinen produziert, zu untersuchen. In einem Vergleich entsprechender Merkmale der Ausgangssituation und der Vergleichssituation würden die Auswirkungen des Baus rationalisierter Maschinen in Form von Merkmalsänderungen (bei Vergleichen innerhalb eines Unternehmens) oder als Merkmalsunterschiede (bei Vergleichen zwischen verschiedenen Unternehmen) zutage treten. Indessen weist diese Methode erhebliche Nachteile auf: Während für die Charakterisierung der Ausgangssituation die Darstellung eines Modells der Universalwerkzeugmaschinen herstellenden Unternehmung genügen würde, verlangte die Vielfalt der rationalisierten Maschinen, daß zur Kennzeichnung der veränderten Situation eine Vielzahl von Unternehmungsmodellen je nach Art der Maschinen gebildet würde, damit die Situation auch tatsächlich in einer die Wirklichkeit repräsentierenden Weise dargestellt würde. Bei der mehrfachen Darstellung einzelner Unternehmungsmodelle würden sich Wiederholungen - sollte eine Systematik des Vorgehens gewährleistet bleiben - nicht vermeiden lassen. Schwerwiegender ist, daß bei einem solchen Vergleichsverfahren bestimmte Grundzüge der Veränderungen bzw. der Unterschiede nur in verdeckter Form erscheinen würden und zu ihrer isolierten Betrachtung weiterer Darlegungen bedürften.

Werden jedoch von vornherein diejenigen veränderten Merkmale herausgestellt, die für die Unternehmung relevant sind und die somit die Ursache der Veränderungen bilden, so können die Veränderungen in der Unternehmung (bzw. die Unterschiede zwischen Unternehmungen) direkt erschlossen werden. Dabei läßt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Veränderungen und ihren Ursachen herausstellen. Die für die Unternehmung hauptsächlich relevanten veränderten Merkmale seien im folgenden als Haupteinflußfaktoren bezeichnet.

Folgende Haupteinflußfaktoren sollen als entscheidend für die Veränderungen in der Unternehmung angesehen werden:

1. Der veränderte Aufbau des Produktes.
2. Die erhöhte Differenzierung der Produkte in der Unternehmung.
3. Die veränderte Marktsituation.

Die folgende Untersuchung hat zu zeigen, in welcher Weise diese Einflußfaktoren bei den verschiedenen rationalisierten Werkzeugmaschinenarten auftreten. Sie hat weiter zu zeigen, inwieweit diese Faktoren auch durch Größen, die in keinem Zusammenhang mit der Rationalisierung der Fertigungsverfahren stehen, geprägt werden können.

2.1 Der veränderte Aufbau des Produktes

2.10 Vorbemerkung

In Kapitel 1.3 wurde der veränderte Aufbau der Werkzeugmaschine als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren aufgezeigt. Dieser veränderte Aufbau soll nun vom Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmen aus gesehen werden; zu untersuchen ist, welche Eigenschaften des veränderten Produktes für das Unternehmen relevant werden.

Es sind vor allem drei Eigenschaften:

1. neue funktionelle Eigenarten,
2. veränderter Grundaufbau und neue Bauelemente,
3. erweiterter maschineller Umfang.

2.11 Neue funktionelle Eigenarten

Gegenüber dem Vergleichsobjekt Universalmaschinen zeigen Maschinenarten, die für die automatische Bearbeitung bestimmter Werkstücke gebaut werden, zusätzliche Funktionen. Sie ergeben sich daraus, daß bestimmte Arbeitsvorgänge, die bei der Bearbeitung auf Universalmaschinen vom Maschinenbenutzer überlegt und ausgeführt werden, von der Maschine übernommen und damit zum funktionellen Bestandteil der Maschine werden. Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt dargelegt, handelt es sich bei diesen Funktionen vor allem um die Steuerungsfunktionen, Werkstückhandhabungsfunktionen und um Nebenfunktionen, wie Schmieren, Kühlen usw.

Die neuen Funktionen der Maschine werden in zweierlei Hinsicht für den Werkzeugmaschinenhersteller relevant: Einmal ist die Arbeitsweise der für die Erfüllung der Funktionen benötigten technischen Mittel zu überlegen. Zum andern **muss** aber auch der den Funktionen zugrunde liegende Arbeitsvorgang am Werkstück durchdacht werden. Damit verlagert sich ein Teil der arbeitsvorbereitenden Tätigkeit des Maschinenbenutzers auf den Hersteller.^{160a)}

Maschinenarten, die die obigen funktionellen Eigenarten aufweisen, sind vor allem: Sondermaschinen, Einzweckmaschinen, Automaten, Kopierdreh- und Fräsmaschinen, Revolverdrehbänke; gelegentlich werden aber auch automatisierte Universalmaschinen für die Bearbeitung bestimmter Werkstücke ausgerüstet.

^{160a)} Vgl. Knorr, M., a.a.O., S. 633.

2.12 Veränderter Grundaufbau und neue Bauelemente

Für den Hersteller rationalisierter Maschinen werden folgende Tatsachen relevant; Gegenüber dem Vergleichsobjekt Universalmaschinen haben die rationalisierten Maschinen einen veränderten Grundaufbau; ihre Elemente haben engere Toleranzen. Besonders durch die Automatisierung wird der Aufbau der bisherigen Maschine durch folgende neue Bauelemente ergänzt: Spezialwerkzeuge, Einrichtungen zur Werkstückhandhabung (Magazine, Greifer usw.), Aggregate zur Steuerung und Regelung (Meßinstrumente, Schalter, Magnete, Ventile usw.), Werkzeugspeicher, Hilfsaggregate. (Späneförderer, Schmier- und Kühleinrichtungen usw.). Wie weit zusätzliche Bauelemente an den verschiedenen Maschinen vorkommen, richtet sich nach der Eigenart ihrer Automatisierung.

2.13 Erweiterter maschineller Umfang

Aus zwei Gründen wird der maschinelle Umfang der Werkzeugmaschinen als Folge der Rationalisierung erweitert:

- 1) Zu der Grundmaschine kommen - vor allem aus Gründen der Automatisierung - zusätzliche maschinelle Einrichtungen hinzu.
- 2) Es werden mehrere Maschinen zu einer Gesamtmaschine zusammengefaßt. Maschinen dieser Art sind vor allem die nach dem Fließprinzip arbeitenden Sondermaschinen und Mehrspindelautomaten.

Der erweiterte maschinelle Umfang des Produktes wird in verschiedener Weise für das Unternehmen relevant. Im technischen Bereich bedeutet erweiterter maschineller Umfang gestiegene Kompliziertheit der Funktionen; im organisatorischen Bereich wird er als erhöhte Komplexität des Produktes wirksam. Im kaufmännischen Bereich schlagen sich diese Tatbestände in erhöhten Selbstkosten der einzelnen Maschine nieder.^{161) 161a)}

161) Vgl. Hofmann, R., Planung und Projektierung automatisierter Anlagen, Hamburg-Berlin-Bonn 1958, S. 26.

161a) Auf die ökonomische Bedeutung dieser Tatsache wird im folgenden noch näher einzugehen sein.

Die Tatsache des erweiterten maschinellen Umfanges der Werkzeugmaschinen soll an einigen Beispielen veranschaulicht werden. Dabei werden zweckmäßigerweise Maschinen untereinander verglichen, die hinsichtlich ihres erweiterten Umfanges Extreme darstellen.

Tab. 6:¹⁶²⁾ Durchschnittspreise charakteristischer Maschinenarten

	Durchschnittspreis (DM/Stück)	Zahl der unter- suchten Maschinen
1. Radialbohrmaschinen	2 800	1 005
2. Spitzendrehmaschinen	18 400	7 458
3. Kopierdrehmaschinen	51 000	277
4. Mehrspindelautomaten	120 000	490
5. Sondermaschinen	135 000	934

Da der Ermittlung der obigen Daten die Gesamtjahresproduktion für 1961 der betreffenden Maschinenart in der Bundesrepublik Deutschland und Westberlin zugrunde gelegt wurde, können die Werte als repräsentativ angesehen werden. Sie zeigen deutlich den wesentlich höheren Stückpreis, hochrationalisierter Werkzeugmaschinen, wie Mehrspindelautomaten und Sondermaschinen, im Gegensatz zu Universalmaschinen. Für Sondermaschinen wird dieser Unterschied noch größer, wenn berücksichtigt wird, daß es sich hierbei um eine Maschinenart handelt, die sich aus den preismäßig sehr unterschiedlichen Maschinenarten: Transferstraßen, Schalttischmaschinen und Mehrwegemaschinen zusammensetzt¹⁶³⁾, und daß bei den Sondermaschinen die Stückpreise einzelner Maschinen sehr schwanken. Diesen Tatbestand veranschaulicht die folgende Tab. 7.

162) Zusammenstellung des Verfassers nach: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA)(Hrsg.), Statistische Zahlen aus dem Werkzeugmaschinenbau, a.a.O., S. 25, 19, 22, 40.

163) Die in der Gattung Sondermaschinen zusammengefaßten Maschinenarten werden nicht getrennt von der Statistik erfaßt.

Tab. 7:¹⁶⁴⁾ Durchschnittspreise von Sondermaschinenarten

Maschinenart	Durchschnittspreis (DM/Stück)	Streubreite (DM/Stück)	Zahl der unters. Ma- schinen
Mehrwege- maschinen	75 000	20 000 - 200 000	62
Schalttisch- maschinen	180 000	30 000 - 600 000	82
Transferstraßen	910 000	400 000 - 1 600 000	45

Untersucht wurde hier innerhalb einer Unternehmung mit über 500 Beschäftigten eine solche Zahl von Maschinen, daß die erhaltenen Werte als repräsentativ für die untersuchte Unternehmung anzusehen sind. Die extremen Streuwerte dürften aber im Groben auch die Grenzen andeuten, innerhalb derer sich die Werte bei den übrigen Unternehmungen bewegen, wobei Überschreitungen der Grenzwerte nach unten oder oben im Einzelfall möglich sind. Die hohe Spannweite der Werte läßt erkennen, daß in der untersuchten Unternehmung eine Spezialisierung auf bestimmte Maschinengrößen nicht bestand. Damit spiegeln die Durchschnittspreise ungefähr auch die allgemeinen Durchschnittspreise für die einzelnen Sondermaschinenarten. Entsprechend der Größe der Unternehmung dürften die Durchschnittspreise jedoch höher liegen als bei kleinen Unternehmen, in denen aus noch zu erläuternden Gründen im allgemeinen kleinere Objekte gebaut werden, vor allem wenn es sich um Transferstraßen handelt.

Die folgende Tab. 8 gibt Anhaltspunkte dafür, wie weit die Automatisierung zu einer Erweiterung des maschinellen Umfangs beigetragen hat.

164) Untersuchung des Verfassers.

Tab. 8.¹⁶⁵⁾ Wertanteil der Automatisierung

Maschinenart	Anteil (%) an den Gesamt-Selbstkosten der Maschine			
	elektr.	hydraul.	Werkstück- handhabung	Zahl der un- ters. Maschinen
Transfer- Ø straße +) Extr.	6 4 - 7	8 6 - 10	22 6 - 33	16
Transfer- Ø straße ++ Extr.	5 4 - 7	8 7 - 11	12 10 - 15	5
Schalttisch. + Mehrwegem.	3 - 6	7 - 16	4 - 40	17
Mehrspindel- drehautomat.	10	-	10 - 20 [⊕]	mehrere Typen einer Unternehm.
Revolverdrehm. mit num. Steuerung	47			1 Type
Fräsm. mit num. Steuerg.	44	-	-	1 Type
Revolverdrehm. teilautomatisch	12			mehrere Typen einer Unternehm.
Fräsm. teilautomatisch	6	-	-	1 Type

+) Transferstraße mit Rückföhrbahn

++) Transferstraße ohne Rückföhrbahn

⊕) Magazineinrichtung

Bei den Transferstraßen wurde im systematischen Auswahlverfahren jede n-te Maschine von den innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gefertigten erfaßt. Bei den Schalttisch- und Mehrwegemaschinen handelt es sich um die Gesamt-

165) Werte für Transferstraßen und Schalttischmaschinen nach Untersuchung des Verfassers; sonstige Werte nach Firmeninformation.

zahl, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes produziert wurde. Alle Werte stammen aus größeren Unternehmen mit über 500 Beschäftigten. Sie sind zunächst repräsentativ für die Maschinen der betrachteten Unternehmen; für vergleichbare Maschinen anderer Unternehmen dürften sich aber entsprechende Werte ergeben, da der Automatisierungsanteil im wesentlichen durch die Eigenart der jeweiligen Maschine bzw. Maschinentype und weniger durch betriebsindividuelle Konstruktionsprinzipien bestimmt wird. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist weiter zu berücksichtigen, daß eine eindeutige Zuordnung der Maschinenbestandteile zu Steuerungs- und Handhabungsaufgaben nicht immer möglich ist und damit auch ihre exakte kostenmäßige Erfassung auf Schwierigkeiten stößt. Die große Spannweite der extremen Anteile bei Sondermaschinen ergibt sich aus den unterschiedlich schwierigen Steuerungsaufgaben und dem angewendeten Konstruktionsprinzip (bei Transferstraßen mit Rückföhrbahn muß der Anteil der Werkstückhandhabung zwangsläufig höher werden). Den angegebenen Durchschnittswerten kommt infolge der Spannweite der Extremwerte daher nur der Charakter von Anhaltswerten zu. Der Anteil der numerischen Steuerung wird wesentlich bestimmt durch den Umfang der Grundmaschine, da auch bei Großmaschinen der Steuerungsaufwand im allgemeinen nicht größer ist als bei Kleinmaschinen. Es sind die relativ hohen Kosten der numerischen Steuerung zu erkennen. Insgesamt zeigt die Übersicht, daß bei Sondermaschinen und Mehrspindelautomaten ein wesentlich höherer Anteil für die Automatisierung als bei automatisierten Universalmaschinen erforderlich ist, was sich vor allem aus dem Anteil der Werkstückhandhabung erklärt, der bei Universalmaschinen nicht gegeben ist.

Tab. 9: 166) Zahl der Bauelemente in Sonder- und Universalmaschinen
(Durchschnittswerte/Einzelmaschine)

Maschinenart	Zahl verschiedener Baugruppen	Zahl verschiedener Einzelteile
Universalmaschinen	33	833
Schalttisch- und Mehrwegemaschinen	84	1 963
Transferstraßen	158	3 830

Tab. 9 soll eine Anschauung vermitteln von der gestiegenen Komplexität der Produkte, die sich ausdrücken läßt durch die Zahl der Einzelteile pro Maschine.

Die Werte entstammen einer Zufallstichprobe, bei der 52 Universalmaschinenstücklisten, 33 Schalttisch- und Mehrwegemaschinenstücklisten und 13 Stücklisten von Transferstraßen untersucht wurden. Die Ergebnisse zeigen die wesentlich höhere Zahl von Einzelteilen bei Transferstraßen im Vergleich zu den Universalmaschinen. In ihrer tendenziellen Aussage dürften sie über den Bereich der einzelnen Unternehmung hinaus allgemeine Gültigkeit haben.

2.2 Die erhöhte Differenzierung der Produkte

2.20 Vorbemerkung

Als Folge des Rationalisierungseinflusses wird innerhalb der Gesamtheit aller Werkzeugmaschinen die Differenzierung der Maschinen stark verändert; diese Veränderungen müssen sich auch im einzelnen Unternehmen auswirken. Um sie feststellen zu können, ist zunächst der Begriff der "Differenzierung" näher zu untersuchen. Sodann soll die Gesamtheit aller rationalisierten Werkzeugmaschinen hinsichtlich ihrer Differenzierung betrachtet werden. Hieraus sind die Veränderungen in der Produktdifferenzierung, sich im einzelnen Unternehmen ergeben, abzuleiten, wenn berücksichtigt wird, daß auch vom Unternehmen selbst Einflüsse auf diese Größe ausgehen. Es ergibt sich somit folgender Gang der Analyse:

- 1) Kriterien und Erscheinungsformen der Differenzierung,
- 2) Erhöhte Differenzierung der Werkzeugmaschinen innerhalb der Gesamtheit aller Maschinen.
- 3) Die Abhängigkeit der Differenzierung von unternehmensindividuellen Faktoren,
- 4) Die tatsächliche Differenzierung der Produkte im einzelnen Unternehmen.

2.21 Kriterien und Erscheinungsformen der Differenzierung

2.211 Kriterien der Differenzierung

In der betriebswirtschaftlichen Literatur spielt die Produktdifferenzierung im Produktionsbereich vor allem eine Rolle bei der Betrachtung der "Produktionstypen"¹⁶⁷⁾, wo die Kriterien der Produktmenge und der Produktdifferenzierung zur Unterscheidung in Massenfertigung, Sortenfertigung, Serienfertigung und Einzelfertigung führen. Hinsichtlich der Differenzierung der Produkte beschränkt sich die Betrachtung auf die Herausstellung von Artikel- und Sortenunterschieden¹⁶⁸⁾; "Artikelunterschiede liegen vor, wenn zwei Produkte in ihrer Art bzw. Konstruktion maßgeblich voneinander abweichen; Sortenunterschiede dagegen sind dann gegeben, wenn die Produkte gleicher Art bzw. gleicher Konstruktion sind und sich die Verschiedenheit auf die Ausführungsform beschränkt"¹⁶⁹⁾. Während einige Autoren¹⁷⁰⁾ von Sorten nur da sprechen, wo es sich um Art-, Größen-, Form- und Qualitätsunterschiede von in sich einfach gestalteten Erzeugnissen aus dem gleichen Rohstoff handelt, bezeichnen andere¹⁷¹⁾ als Sorten auch Erzeugnisse, die aus vielen Teilen aufgebaut sind und/oder die gleiche Prozeßfolge haben.

167) Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. II, a.a.O., S. 98.

168) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 69; Mellerowicz, K., Kosten ... I, a.a.O., S. 154 ff.; Hax, K., Industriebetrieb, a.a.O., S. 246; Beste, Th., Fertigungsverfahren, a.a.O., Sp. 1767.

169) Abromeit, G., Erzeugnisplanung und Produktionsprogramm, Wiesbaden 1955, S. 56; vgl. auch Mellerowicz, K., Kosten ... I, a.a.O., S. 401, der den Begriff Artikel als übergeordneten Begriff zu Sorte verwendet und nicht als gleichgeordneten wie Abromeit.

170) Z.B. Wolter, A.M., Das Problem der Wirtschaftlichkeit bei der industriellen Sortenproduktion, in: ZfhF, 31. Jg., 1937, S. 391 ff.; Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 334.

171) Z.B. Mellerowicz, K., Kosten ... I, a.a.O., S. 156; Abromeit, G., a.a.O., S. 45.

Für die weitere Untersuchung erscheinen aus einer Reihe von Gründen die so gegebenen Begriffe zur Erfassung der Produktdifferenzierung nicht ausreichend; Bei der Unterscheidung von Artikeln bzw. gleichartigen und nicht-gleichartigen Erzeugnissen und der Unterscheidung von Sorten dürfte im allgemeinen zunächst an die Enderzeugnisse gedacht sein; jedoch werden die Begriffe Artikel und Sorte auch auf die Unterscheidung von Teilerzeugnissen, aus denen sich die Endprodukte eventuell zusammensetzen, angewendet. Hieraus ergeben sich Schwierigkeiten der systematischen Abgrenzung; während etwa zwischen den aus Einzelteilen zusammengesetzten Endprodukten Sortenunterschiede bestehen, können zwischen den Einzelteilen Artikelunterschiede herrschen.¹⁷²⁾ Mit Artikelunterschieden und Sortenunterschieden werden zudem im weiten Rahmen Unterschiede abgesteckt, innerhalb derer alle denkbaren Ähnlichkeiten der Produkte möglich sind. Es wird damit kein Hinweis auf den Grad der Verschiedenheit gegeben.¹⁷³⁾

Bei der Einführung von Kriterien der Differenzierung von Werkzeugmaschinen, die über die in der Literatur üblichen hinausgehen, sollen folgende Bedingungen berücksichtigt werden:

- 1) Die Kriterien sollen so sein, daß keine Zweifel hinsichtlich der Differenzierung möglich sind, je nachdem ob vom Endprodukt oder von Einzelteilen ausgegangen wird.

172) So etwa bei Büroschreibmaschinen und Reiseschreibmaschinen, die entsprechend der eingangs gegebenen Definition als Sorten bezeichnet werden können, während ihre Bestandteile stärkste Unterschiede aufweisen; s. Abromeit, G., a.a.O., S. 108. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich bei der Einordnung eines Produktes in die durch die Menge gleichartiger Produkte bestimmten Kategorien von Massenfertigung und Serienfertigung, indem etwa Automobile hinsichtlich des Endproduktes zur Massenfertigung gehören, ihre Einzelteile aber eventuell in Serienfertigung gefertigt werden; s. Hax, K., Industriebetrieb, a.a.O., S. 247.

173) Auf die Bedeutung des Grades der Verschiedenheit bei der Betrachtung von Sortenunterschieden weist z.B. hin: Mellerowicz, K., Kosten...I, a.a.O., S. 156.

- 2) Die Kriterien sollen die Differenzierung von Werkzeugmaschinen in möglichst feingestufteter Form zeigen.
- 3) Die Kriterien müssen die Differenzierung in einer Form erscheinen lassen, die nicht nur eine qualitative Beurteilung erlaubt, d.h. die Feststellung eines ungefähren Mehr oder Weniger an Differenzierung, sondern die genau quantifizierbare Aussagen möglich macht.
- 4) Die Kriterien müssen solche Differenzierungen aufzudecken gestatten, die relevant für das Unternehmen sind, und zwar für möglichst viele Funktionsbereiche.

Eine geeignete Möglichkeit, Kriterien zu bilden, bietet der konstruktive Aufbau der Werkzeugmaschine. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zwischen zwei Maschinen eine Differenzierung im Gesamtaufbau auf zweierlei Weise entstehen kann:

- 1) durch eine Kombination jeweils verschiedener Elemente,
- 2) durch verschiedenartige Kombination gleicher Elemente.

Der zweite Fall liegt etwa vor bei elektrischen Steuerungen oder bei Maschinen, die aus Baukastenelementen aufgebaut sind. Hier liefert ein Vergleich der Bauelemente keine Hinweise auf die Verschiedenheit der Gesamtaggregate. Da die praktische Bedeutung des zweiten Falles jedoch wesentlich geringer ist als die des ersten, soll er bei der Wahl eines Kriteriums unberücksichtigt bleiben.

Werden Bauelemente als Kriterium gewählt, so gibt es für diese Elemente bestimmte Rangstufen; je nach der Feinheit, mit der die Elementarisierung der Maschine vorgenommen wird, etwa die Stufen: Baueinheit (z. B. vollständige Getriebeeinheit); Baugruppe (etwa Welle mit Zahnrad); Einzelteil (z. B. Welle).

Als gleiche Baueinheiten (Baugruppen) sind solche anzusehen, die untereinander ersetzbar sind; ist diese Bedingung erfüllt, so sind alle übrigen Unterschiede irrelevant. Das Einzelteil als kleinstes Element der Maschine ermöglicht die Feststellung der feinsten Differenzierungen; als Unterscheidungsmerkmale der Einzelteile können dienen: Form, Größe, Oberfläche und Werkstoff. Wie noch zu zeigen sein wird, lassen sich mit dem Einzelteil Differenzierungen der Produkte herausstellen, die die meisten betrieb-

lichen Aufgaben beeinflussen. Eine Quantifizierung der Differenzierung ist mit Bauelementen als Kriterium leicht möglich, da in den verglichenen Maschinen gleiche Teile nach Zahl oder Wert erfaßt werden können.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß für Werkzeugmaschinen der Begriff der Differenzierung in folgender Weise definiert werden kann: Zwei Maschinen sind voneinander verschieden, wenn ihre Elemente verschieden sind. Der Grad ihrer Differenzierung ergibt sich aus dem zahlenmäßigen und/oder wertmäßigen Anteil gleicher Elemente an der Gesamtzahl der Elemente in den verglichenen Maschinen.¹⁷⁴⁾ Der Grad der Differenzierung soll im folgenden als Variationsgrad bezeichnet werden. Der so definierte Begriff der Differenzierung mit der Möglichkeit seiner Quantifizierbarkeit dürfte über den Bereich der Werkzeugmaschinen hinaus auf alle zusammengesetzten Stückgüter anwendbar sein.

2.212 Erscheinungsformen der Differenzierung

Im Hinblick auf die Auswirkungen der Differenzierung im Unternehmen sollen zwei zeitliche Erscheinungsformen unterschieden werden: "gleichzeitige" und "nachfolgende" Differenzierung.

Als "gleichzeitige Differenzierung" wird die Verschiedenheit bezeichnet, die zwischen Maschinen besteht, die innerhalb gleicher Planungsperioden in den einzelnen Bereichen des Unternehmens auftreten. Mit wachsender gleichzeitiger Differenzierung der Maschinen nehmen die Aufgaben gleicher Art, die zusammengefaßt erledigt werden können, ab; z. B. führt in der Fertigung eine Erhöhung der gleichzeitigen Differenzierung der Maschinen zu einer Verkleinerung der Losgrößen.

174) Vgl. hierzu die allgemeinen Sätze der Mengenlehre über die Gleichheit und den Durchschnitt von Mengen; Kamke, E., Mengenlehre (Sammlung Götschen, Bd. 999/999a), Berlin 1962, S. 6/S. 15; Waffenschmidt, W. G., Produktion, a. a. O., S. 217.

Unter "nachfolgender Differenzierung"¹⁷⁵⁾ wird die Verschiedenheit verstanden, die zwischen Maschinen besteht, die verschiedenen Planungsperioden angehören. Mit wachsender nachfolgender Differenzierung der Maschinen steigt die Zahl der erstmalig (bezogen auf verschiedene Maschinen in der Vergangenheit) und die Zahl der einmalig (bezogen auf die verschiedenen Maschinen in der Zukunft) zu erledigenden Aufgaben; z. B. bedeutet für die Fertigung eine erhöhte nachfolgende Differenzierung der Maschinen eine erhöhte Anzahl von Neuteilen.

2.22 Erhöhte Differenzierung innerhalb der Gesamtheit der Werkzeugmaschinen

2.221 Vergrößerung der Variationsbreite

Um zu einer Einsicht in die veränderte Differenzierung der Werkzeugmaschinen als Folge der Rationalisierung der Fertigungsverfahren zu gelangen,

175) In der betriebswirtschaftlichen Literatur spielt bei der Behandlung der Einzelfertigung die nachfolgende Differenzierung eine Rolle unter dem Aspekt der zeitlichen Aufeinanderfolge von gleichartigen Einzelprodukten. Zeitlich nacheinander auftretende gleichartige Einzelprodukte führen zu einer weiteren Differenzierung des Begriffes Einzelfertigung: Beste, Th., Fertigungsverfahren, a. a. O., Sp. 1767 spricht von "Einzelfertigung mit Wiederholung"; Schulz-Mehrin, O., Kosten bei Einzel-, Reihen- und Fließfertigung, in: Maschinenbau, Bd. 6, 1927, H. 16, S. 813 unterscheidet einmalige Neu-Einzelfertigung und wiederholte Einzelfertigung. Dadurch daß Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 70/71 bei der Behandlung der Fertigungsverfahren vom Umfang der Vorbereitung ("Vorbereitungsgrad") und von der Dauer der Unterbrechung ("Unterbrechungsgrad") der Fertigungsabläufe ausgeht, kann er eine scharf umrissene Einteilung der Einzelfertigung in "einmalige", "erstmalige" und "wiederholte" Einzelfertigung geben.

wird zunächst allgemein die Gesamtheit der Werkzeugmaschinen daraufhin untersucht, in welcher Weise sich die Zahl verschiedener Maschinen verändert hat. In Anlehnung an den in der Literatur geläufigen Begriff "Programmbreite" soll der Begriff "Variationsbreite" eingeführt werden, um die Zahl verschiedener Maschinen einer Gesamtheit zu kennzeichnen.¹⁷⁶⁾ Dabei bleiben Differenzierungen unberücksichtigt, die sich aus der Verwendung unterschiedlicher technischer Mittel für gleiche Aufgaben ergeben.

Betrachtet man zunächst die Gesamtheit der Universalmaschinen der Ausgangssituation hinsichtlich ihrer Variationsbreite, so setzt sie sich aus einer begrenzten Anzahl verschiedener Werkzeugmaschinen zusammen. Die verschiedenen technischen Verfahren (Drehen, Bohren, usw.,) erzwingen eine unterschiedliche Gestaltung der Maschinen; nach dem Merkmal des technischen Verfahrens können dementsprechend mehrere Maschinengattungen, wie Drehmaschinen, Bohrmaschinen usw., unterschieden werden. Nach den Hauptanwendungsmöglichkeiten der einzelnen Verfahren ergibt sich eine weitere Differenzierung der Maschinengattungen in eine begrenzte Anzahl von Maschinenarten (z. B. Senkrechtstoßmaschine - Waagrechtstoßmaschine). Innerhalb der Maschinenarten findet schließlich eine Differenzierung im Hinblick auf verschiedene Werkstückgrößen statt, die zu einer begrenzten Zahl unterschiedlicher Baugrößen der einzelnen Maschinenarten führt.¹⁷⁷⁾

176) Da der Begriff "Programmbreite" auf die Zahl verschiedener Produkte innerhalb einer bestimmten Unternehmung bezogen ist, hier es aber zunächst um die Betrachtung der Maschinendifferenzierung unabhängig vom einzelnen Unternehmen geht, scheint die Einführung des neutralen Begriffes "Variationsbreite" zweckmäßig; er hebt zudem das Merkmal der Differenzierung der Maschinen hervor, das hier im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Der Begriff "Variationsbreite" umschließt den Begriff "Programmbreite": Die Variationsbreite der Maschinen in der einzelnen Unternehmung ist identisch mit der "Programmbreite".

177) Vgl. hierzu die Klassifikation der Werkzeugmaschinen in der amtlichen Statistik des Statistischen Bundesamtes und in der VDMA-Statistik; in der unterschieden werden Maschinengruppe (5-stellige Melde-nummern) und Maschinenarten (6-stellige Meldenummern). Im Bezugsquellenverzeichnis der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen, Ausgabe 1959, werden die Werkzeugmaschinen eingeteilt in Fachabtei-

Entsprechend den Haupttendenzen in der Veränderung von Werkzeugmaschinen, die bei der Betrachtung der Rationalisierungsmaßnahmen gefunden wurden, wie Weiterentwicklung der Universalmaschinen der Ausgangssituation und Entstehen neuer Maschinenarten, vergrößert sich die Variationsbreite dadurch, daß sich die Universalmaschinen weiter differenzieren und daß neue Maschinenarten zu den vorhandenen treten.

Die begrenzte Zahl verschiedener Universalmaschinen wird dadurch vergrößert, daß Automatisierung und Erweiterung des Funktionsbereichs als zusätzliche Differenzierungsmerkmale erscheinen; die gleiche Baugröße wird etwa geliefert in den Ausführungen mit Handhebelsteuerung, mit Drucktastensteuerung, mit teilselbsttätiger Nockensteuerung und mit selbsttätiger numerischer Steuerung. Die Fülle der verschiedenen Universalmaschinen wird weiter wesentlich vermehrt durch die Anpassung dieser Maschinen an bestimmte Bearbeitungsaufgaben des Abnehmers. Dabei werden die Sonderwünsche des Abnehmers in zweifacher Hinsicht durch die technische Entwicklung der Universalmaschinen selbst gefördert. "Die technischen Möglichkeiten lassen es heute zu, den Werkzeugmaschinenbauern nahezu beliebige Aufgaben zu stellen, die er einfach zu lösen hat." (178) Zum andern erscheinen dem Abnehmer mit dem gestiegenen Wert auch der Universalmaschinen Sonderwünsche berechtigter.

lungen (entsprechend den Maschinengattungen). Diese zerfallen in Bauarten und diese wiederum in Baugrößen. Die Begriffe Maschinen-
gruppe und Fachabteilung stehen für den hier verwendeten Begriff
Maschinengattung. Im einzelnen werden folgende Maschinengruppen
der spanabhebenden Werkzeugmaschinen von der Statistik unterschieden: 1. Hobelmaschinen, Stoß- und Räummaschinen; 2. Drehmaschinen, Abstechmaschinen, Außengewindeschneidmaschinen; 3. Bohrmaschinen und Innengewindeschneidmaschinen; 4. Fräsmaschinen, Waagrecht-Bohr- und Fräswerke; 5. Säge- und Feilmaschinen; 6. Schleif-, Läpp- und Poliermaschinen. - Revolverdrehmaschinen, Drehautomaten, Verzahnmaschinen und spanabhebende Sondermaschinen werden außerdem als selbständige Gruppen geführt, wobei hierzu die Schwierigkeit der Einordnung von Drehautomaten und Sondermaschinen in die durch die technischen Verfahren gekennzeichneten Gruppen geführt haben dürfte.

- 178) Irtenkauf, J., Diskussionsbeitrag, in: Industrie-Anzeiger, 80. Jg., 1958, Nr. 63, S. 966.

Die Verwirklichung der Rationalisierungsmaßnahmen in unterschiedlicher Kombination und gradueller Abstufung führt zu einer Fülle von neuen verschiedenen Maschinenarten. Jede dieser Maschinenarten repräsentiert einen bestimmten technischen Anwendungsbereich. Dieser Anwendungsbereich teilt sich auf die einzelnen Maschinen dieser Art auf. Je größer der technische Anwendungsbereich der Art ist und je enger die einzelnen Maschinen der betreffenden Art in ihrem Funktionsbereich beschränkt und an ein bestimmtes Werkstück angepaßt sind, um so mehr verschiedene Maschinen sind nötig, um die in den Bereich der Art fallenden Aufgaben zu übernehmen. Das bedeutet, daß bei einer Maschinenart mit verhältnismäßig kleinem technischen Anwendungsbereich (z.B. Zahnradabwälzfräsmaschinen) und einem geringen Spezialisierungsgrad der Maschinen innerhalb dieser Art der durch die Maschinenart gegebene Anwendungsbereich auf eine begrenzte Zahl von Typen aufgeteilt werden kann. Bei Maschinenarten mit weitem technischen Anwendungsbereich (z.B. Sondermaschinen; alle Arten von Werkstücken und alle Arten von Verfahren im technischen Sinne) und enger Spezialisierung der einzelnen Maschinen auf das Werkstück sind unendlich viele verschiedene Maschinen nötig, um die in den Bereich der Maschinenart fallenden technischen Aufgaben zu übernehmen. Damit teilen sich die neu entstandenen Maschinenarten in unterschiedlicher Weise in differenzierte Maschinen auf: Neben Maschinenarten mit einer begrenzten Zahl verschiedener Typen stehen solche mit einer praktisch beliebigen Zahl unterschiedlicher Maschinen; als Extreme in dieser Hinsicht können die schon erwähnten Sondermaschinen und Mehrspindelautomaten angesehen werden.

Da der Gesamtanwendungsbereich der spanabhebenden Werkzeugmaschinen durch die Rationalisierung im allgemeinen nicht vergrößert worden ist, bedeutet die gestiegene Zahl verschiedener Maschinen zunächst generell, daß das auf die einzelnen Maschinen entfallende Aufgabenquantum geringer wird, d.h. daß von einer bestimmten Maschine geringere Stückzahlen benötigt werden. Bei den Maschinen mit sehr begrenztem Anwendungsbereich kann das für diese Maschinen vorhandene Aufgabenquantum (Zahl der zu bearbeitenden Werkstücke) so klein sein, daß eine einzige Maschine zu seiner Bewältigung ausreicht.

Insgesamt ergibt sich also eine erhöhte Variationsbreite innerhalb der Gesamtheit der Werkzeugmaschinen mit verringerten Stückzahlen gleicher Maschinen.

2.222 Der Variationsgrad

Um zu einer vertieften Einsicht in die veränderte Situation der Werkzeugmaschinen zu gelangen, müssen die Darlegungen über die Variationsbreite ergänzt werden durch eine Betrachtung des zwischen den einzelnen Maschinen bestehenden Grades der Differenzierung.

Infolge der hohen Zahl verschiedener Maschinen gibt es praktisch unzählige Möglichkeiten für die Wahl von Objekten, die im Hinblick auf ihren Variationsgrad verglichen werden können. Eine Übersicht über den Variationsgrad rationalisierter Werkzeugmaschinen läßt sich nur dann gewinnen, wenn die Vergleichsmöglichkeiten mit Hilfe der schon bei der Betrachtung der Variationsbreite benutzten Klassifikation der Werkzeugmaschinen in Gattungen, Arten, Unterarten (Baugrößen) systematisiert werden, wobei noch eine weitere Aufteilung der Unterart in "Unterarten 1. Ordnung" zweckmäßig ist.¹⁷⁹⁾ Es ergibt sich damit eine Einteilung der Vergleichsmöglichkeiten entsprechend den verschiedenen Klassifikationsebenen:

- 1) Vergleich zwischen Maschinen verschiedener Gattung (z.B. Vergleich von Drehmaschinen und Fräsmaschinen),

179) Zur Veranschaulichung vgl. die folgenden Einordnungsbeispiele:

Gattung:	Drehmaschinen:	Sondermaschinen
Art:	Leit- und Zugspindel-drehbank	Transferstraße
Unterart:	Leit- und Zugspindel-drehbank mit Umlauf-durchmesser von 250 mm über dem Bett	+)
Unterart 1. Ordnung	wie oben - mit Druck-tastensteuerung	Transferstraße zur Bearbeitung eines Zylinderkopfes

- +) als Folge fehlender Typisierungsmöglichkeiten ist bei den Sondermaschinen eine den Unterarten der übrigen Maschinenarten entsprechende Stufe im allgemeinen nicht gegeben.

- 2) Vergleich zwischen den verschiedenen Arten einer Maschinengattung (z. B. Vergleich von Leit- und Zugspindeldrehbank mit Karusseldrehmaschine),
- 3) Vergleich zwischen den verschiedenen Unterarten einer Maschinenart (z. B. Vergleich zwischen den unterschiedlichen Baugrößen von Leit- und Zugspindeldrehbänken),
- 4a) Vergleich zwischen den verschiedenen Unterarten 1. Ordnung einer Maschinenunterart (z. B. Vergleich zwischen Leit- und Zugspindeldrehbank gleicher Baugröße, aber einmal mit Handhebelsteuerung und zum anderen mit Drucktastensteuerung),
- b) Vergleich zwischen den verschiedenen Unterarten 1. Ordnung einer Maschinenart (z. B. Vergleich zwischen verschiedenen Transferstraßen),
- 5) Schließlich kann ergänzend dazu der "innere Variationsgrad der Maschine" betrachtet werden, d. h. die Zahl verschiedener Bauelemente innerhalb einer Maschine.

Für Maschinen unterschiedlicher Gattung kann ein Variationsgrad von 100 % angenommen werden. Über den Variationsgrad unterschiedlicher Maschinenarten der gleichen Gattung läßt sich infolge der Vielzahl von Vergleichsmöglichkeiten keine generelle Aussage machen; das gleiche gilt für den Variationsgrad unterschiedlicher Unterarten der gleichen Art. Da die bei dem Vergleich von unterschiedlichen Maschinengattungen, unterschiedlichen Maschinenarten einer Gattung und unterschiedlichen Unterarten einer Maschinenart (1 - 3) sich ergebenden Differenzierungen in ihrem Grad nicht ausschließlich durch die Rationalisierung, sondern auch von unternehmensindividuellen Faktoren beeinflusst sind - was noch zu zeigen sein wird -, kommt ihnen für diese Untersuchung eine untergeordnete Bedeutung zu.

Bei dem Vergleich zwischen Maschinen, die zur gleichen Unterart 1. Ordnung gehören (Fälle 4a, 4b), lassen sich grob drei Variationsgrade unterscheiden:

1) Variationsgrad I

Die Differenzierung ergibt sich daraus, daß an einer an sich voll arbeitsfähigen Werkzeugmaschine bestimmte Veränderungen im Hinblick auf eine besondere Arbeitsaufgabe vorgenommen werden und/

oder zusätzliche Einrichtungen angebracht werden. Unterschiede dieser Art sind charakteristisch für die Differenzierung zwischen Maschinen einer Baugröße, etwa bei den Universalmaschinen, die als Folge von Sonderwünschen verändert werden oder von vornherein in mehreren Ausführungen angeboten werden.

2) Variationsgrad II

Die Differenzierung ergibt sich daraus, daß gleiche Grundmaschinen, die aber für sich noch nicht arbeitsfähig sind, durch unterschiedliche, auf den bestimmten Anwendungsfall spezialisierte Ausrüstungen ergänzt und einsatzfähig gemacht werden. Dieser Variationsgrad besteht zwischen vielen Maschinen gleicher Baugröße, die selbsttätig ein Werkstück bearbeiten, z. B. Automaten, Kopierdrehmaschinen und verschiedene Einzweckmaschinen.

3) Variationsgrad III

Die Verschiedenheit zwischen zwei Maschinen erstreckt sich bis in den Grundaufbau. Dieser Grad der Differenzierung ist charakteristisch für Maschinen mit stark auf ein Werkstück spezialisiertem Anwendungsbereich, z. B. für die Sondermaschinen.

Hinsichtlich der inneren Differenzierung läßt sich allgemein annehmen, daß mit dem Umfang der Maschine auch die Wahrscheinlichkeit wächst, daß sich gleiche Teile in der Maschine wiederholen.

2.23 Die Abhängigkeit der Produktdifferenzierung vom einzelnen Unternehmen

Um zu einer wirklichkeitsnahen Einschätzung der Auswirkungen der Rationalisierung auf die Differenzierung der Werkzeugmaschinen zu gelangen, sind auch Faktoren zu berücksichtigen, die neben der Rationalisierung die Differenzierung beeinflussen:

- 1) die Vereinheitlichung,
- 2) Programmbreite, Produktionsvolumen, Planung und Organisation.

2.231 Vereinheitlichung

In den bisherigen Überlegungen wurde vereinfachend davon ausgegangen, daß mit einem veränderten Anwendungsbereich auch ein bestimmter veränderter konstruktiver Aufbau der Maschine verbunden wäre, woraus dann die zwischen den Werkzeugmaschinen bestehenden Differenzierungen resultierten. Tatsächlich besteht aber kein naturgesetzlich gegebener Zusammenhang dergestalt, daß unterschiedliche Aufgaben zu einem bestimmten unterschiedlichen konstruktiven und funktionellen Aufbau führen müßten. Vielmehr wird die zwischen Maschinen unterschiedlichen Anwendungsbereiches bestehende konstruktive Verschiedenheit stark beeinflußt von der Vereinheitlichung; d. h. von der Möglichkeit, unterschiedliche Aufgaben mit gleichen technischen Mitteln zu lösen. Um zu erkennen, in welcher Weise die Vereinheitlichung die Differenzierung der Maschinen beeinflussen kann, sind die Möglichkeiten einer Vereinheitlichung näher zu untersuchen. Für Maschinen unterschiedlicher Aufgaben ergeben sich prinzipiell zwei Wege der Vereinheitlichung:

- 1) Verwendung gleicher Bauelemente für gleiche Funktionen,
- 2) Erweiterung des Funktionsbereichs der Bauelemente.

2.2311 Verwendung gleicher Bauelemente für gleiche Funktionen

Ein Vergleich von Maschinen unterschiedlichen Aufgabenbereichs zeigt, daß die Funktionen einzelner Bauelemente in diesen Maschinen gleich sein können.

Da im allgemeinen die Form eines Bauelementes nicht eindeutig durch seine Funktion festgelegt wird¹⁸⁰⁾, werden infolge der großen Mannigfaltigkeit der Gestaltungsmöglichkeiten von verschiedenen Konstrukteuren (bzw. vom gleichen Konstrukteur zu verschiedenen Zeitpunkten) zumeist

180) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a. a. O., S. 35/36.

unterschiedliche Bauelemente für eine einzige Funktion entworfen. Die so entstehende Mannigfaltigkeit von verschiedenen Bauelementen für die gleiche Funktion kann eingengt werden durch Maßnahmen der Vereinheitlichung, wie durch Verwendung von Wiederholteilen, Normteilen¹⁸¹⁾ und Baukastenelementen¹⁸²⁾.

Wiederholelemente sind alle Elemente, die sich in verschiedenen Maschinen wiederholen. Häufig sich wiederholende Teile können innerbetrieblich oder überbetrieblich¹⁸³⁾ genormt werden. Die Zahl solcher Normteile ist begrenzt. Im allgemeinen wird ihre Verwendung dem Konstrukteur vorgeschrieben und die Einhaltung dieser Vorschrift überwacht. Baukastenelemente entstehen aus dem Bestreben, mit einer begrenzten, möglichst niedrigen Anzahl von Bauelementen eine praktisch unbegrenzte Anzahl von unterschiedlichen Aufgaben zu lösen. Das wird dann möglich, wenn die unterschiedlichen Gesamtfunktionen verschiedener Maschinen auf die unterschiedliche Kombination gleicher Teilfunktionen zurückgeführt werden. Dabei können Teilfunktionen in unterschiedlicher Feinheit gebildet werden: als Funktion von Baueinheiten, von Baugruppen oder Einzelteilen. Im folgenden soll die Verwendung von Baukasteneinheiten bei Sondermaschinen erläutert werden, da hier alle Möglichkeiten der Vereinheitlichung von besonderer Bedeutung sind.

Der Aufbau eines Baukastensystems mit einer begrenzten Anzahl von Elementen wird möglich auf der Ebene der Baueinheiten. Im Sondermaschinenbau ist die Aufteilung in folgende Funktionsbaueinheiten üblich:¹⁸⁴⁾

-
- 181) Vgl. u.a. Kalveram, W., a.a.O., S. 257; Waffenschmidt, W.G., Technik und Wirtschaft der Gegenwart, a.a.O., S. 159.
 - 182) Vgl. Borowski, K.H., Das Baukastensystem in der Technik, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961.
 - 183) Auch als autonome und konventionale Vereinheitlichung bezeichnet von Beste, Th., Die Mehrkosten bei der Herstellung ungängiger Erzeugnisse im Vergleich zur Herstellung vereinheitlichter Erzeugnisse, Köln und Opladen 1957, S. 11.
 - 184) Vgl. Wollenhaupt, I., Einsatzmöglichkeiten der Baueinheiten für Werkzeugmaschinen nach VDI 3270 ... 3275, in: Werkstatttechnik, 50. Jg., 1960, H. 3, S. 149.

Baueinheiten

Funktionen

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1) Unterbauteile | |
| a) Mittelteile | Träger der Spannvorrichtung |
| b) Seitenteile | Träger der Arbeitseinheit |
| c) Schalttischeinheiten | |
| d) Ständer | |
| 2) Anpaßteile | für Höhen- und Winkelausgleich |
| 3) Werkstückträger | zur Werkstückhandhabung |
| Spannvorrichtungen | |
| 4) Schlitteneinheiten | Vorschub |
| 5) Arbeitseinheiten | Bearbeitung |

Da eine Aufgliederung der Sondermaschinen in Funktionsbaueinheiten sonst nicht ohne weiteres konstruktionsbedingt ist, beeinflußt das Baukastenprinzip auch den konstruktiven Gesamtaufbau dieser Maschinen.

Es zeigt sich, daß Unterbauteile und Schlitteneinheiten in ihrer Konstruktion weitgehend unabhängig vom zu bearbeitenden Werkstück sind; werkstückabhängig ist dagegen die Konstruktion von Werkstückträger, Zwischenteilen und Arbeitseinheiten.

Ebenso wie die Maschine können z. B. auch hydraulische Steuerungen aus Baukastenelementen aufgebaut werden.¹⁸⁵⁾

2.2312 Erweiterung des Funktionsbereichs der Bauelemente

Eine Erweiterung des Funktionsbereichs läßt sich erreichen, wenn auf die optimale technische Lösung einer Aufgabe verzichtet wird. Zum Beispiel kann eine Welle mit bestimmtem Durchmesser auch da verwendet werden, wo vom Standpunkt der technischen Bestlösung die Welle von kleinerem Durchmesser zu wählen wäre. In diesem Falle wird die Überdimensionierung in Kauf genommen zugunsten einer Erweiterung des

185) Anonym, Die Deutsche Hydraulik- und Pneumatik-Industrie (I), Sonderdruck aus: OELHYDRAULIK UND PNEUMATIK, 4. Jg., 1960, Heft 9, o. S.

Funktionsbereiches der Welle auf kleinere Durchmesserbereiche, 186)

Zusammenfassung

Die vorangegangenen Überlegungen haben die Möglichkeiten einer Vereinheitlichung gezeigt. Diese Möglichkeiten können aber in unterschiedlichem Maße genutzt werden: Das Auffinden und die Verwendung von Wiederholteilen kann dem Zufall überlassen sein oder organisatorisch geregelt werden; die Verwendung von Normteilen kann streng überwacht werden oder dem Belieben des einzelnen Konstrukteurs überlassen bleiben. Das Maß, in dem die Vereinheitlichung verwirklicht wird, hängt also stark davon ab, wie intensiv im einzelnen Unternehmen nach Vereinheitlichung gestrebt wird. 187) Damit wird aber über die Vereinheitlichung die Differenzierung zwischen den Werkzeugmaschinen zu einer vom jeweiligen Unternehmen abhängigen Größe.

2.232 Programmbreite, Produktionsvolumen, Planung und Organisation

Die Differenzierung der Maschinen im einzelnen Unternehmen hängt wesentlich von der Programmbreite ab. Nur der kleinere Teil der Programme im Werkzeugmaschinenbau besteht aus einer einzigen Maschinenart. 1959 fertigten von 315 spanabhebende Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmen 54 Unternehmen eine einzige Maschinenart; diese Zahl dürfte sich weiter verkleinern, wenn berücksichtigt wird, daß vielfach neben Werkzeugmaschinen noch andere, hier nicht erfaßte Produkte hergestellt werden. 188) Als Ursache für eine Programmaufsplitterung ist jedoch nicht die Vermehrung

186) Vgl. Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 489.

187) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 81.

188) Auszählung des Verfassers nach: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.), Bezugsquellen-Verzeichnis der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen, Ausgabe 1959, (Frankfurt a. M.) o. J.

der Maschinenarten durch die Rationalisierung anzusehen. Wie Tab. 5 erkennen läßt, entfallen trotz der starken Vermehrung der Maschinenarten als Folge der Rationalisierung auf die einzelnen Arten noch genügend hohe Anteile, um damit kleinere Betriebe auszulasten. Vielmehr führen traditionelle Bindungen und das Streben des Unternehmers nach hoher Risikosicherheit zu einer Aufnahme verschiedener Maschinenarten in das Programm. Nur wenn die Eigenart der rationalisierten Maschinen ein besonderes Risiko birgt - worauf noch später einzugehen sein wird -, besteht zumindest ein indirekter Zusammenhang zwischen Programmbreite und Rationalisierung.

Zu berücksichtigen ist der Einfluß der Wirtschaftsordnung auf die Programmbreite der einzelnen Unternehmung. Während in der Marktwirtschaft die Einzelwirtschaften "selbständig Pläne machen" ¹⁸⁹⁾ und damit die Programmbreite letztlich dem Ermessen jeden Unternehmers anheimgestellt ist, können bei einer zentralen Lenkung der Wirtschaft die Programme der einzelnen Unternehmen durch Maßnahmen einer zentralen Stelle bestimmt sein.

Wenn in den Kriegs- und ersten Nachkriegsjahren des öfteren im einzelnen Unternehmen viel weniger verschiedene Maschinenarten produziert wurden und damit die Differenzierung der Maschinen wesentlich geringer war, so ist das z. T. auf die in dieser Zeit bestehende Wirtschaftsordnung zurückzuführen, ¹⁹⁰⁾

Da es sich in den einzelnen Unternehmen im allgemeinen nur um eine begrenzte Anzahl verschiedener Maschinenarten handelt, wirkt sich eine weite Programmbreite vor allem in einer Erhöhung der gleichzeitigen Differenzierung der Maschinen aus.

Die in den einzelnen Unternehmungen wirksame Differenzierung hängt weiterhin vom Produktionsvolumen der einzelnen Maschinenarten ab. Mit größer werdendem Produktionsvolumen einer Maschinenart innerhalb einer bestimmten Planungsperiode wächst bei den Maschinenarten des Variations-

189) Eucken, W., Grundsätze der Wirtschaftspolitik, Hrsg. Eucken-Erdßiek, E. und Hensel, K. P. (rowohlts deutsche enzyklopädie), (Hamburg) 1960, S. 28.

190) Eucken, W., Grundsätze, a. a. O., S. 56.

grades I¹⁹¹⁾ und II¹⁹²⁾ die Zahl der gleichen Baugrößen, die nebeneinander hergestellt werden können; bei den Maschinenarten des Variationsgrades III¹⁹³⁾ steigt die Zahl gemeinsamer gleicher Teile.¹⁹⁴⁾ Es vermindert sich also die gleichzeitige Differenzierung. Bei gegebener Zahl verschiedener Maschinenarten hängt das Produktionsvolumen, das auf die Arten innerhalb eines Planungszeitraumes entfällt, aber von der Kapazität des Unternehmens ab.

Betrachtet man über das innerhalb einer Planungsperiode auf die einzelnen Maschinenarten entfallende Volumen hinaus das Gesamtvolumen, das sich aus der Menge aller von einer bestimmten Maschinenart gebauten Maschinen ergibt, so wächst hier mit steigendem Gesamtvolumen die Wahrscheinlichkeit, daß sich ähnliche Ausführungen der gleichen Type bzw. ähnliche Maschinen (Variationsgrad III) wiederholen. Es vermindert sich also die nachfolgende Differenzierung. Das Gesamtvolumen einer Maschinenart ist neben dem auf die einzelnen Planungsperioden entfallende Volumen abhängig von der Zahl der Planungsperioden, d.h. im allgemeinen von der Länge der Zeitspanne, innerhalb derer eine bestimmte Maschinenart schon produziert wird.

Somit ergibt sich für Unternehmen mit gleicher Programmzusammensetzung, aber unterschiedlichem Gesamtproduktionsvolumen, eine unterschiedliche gleichzeitige und nachfolgende Differenzierung der Maschinen.

Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß die Zahl der gleichen oder ähnlichen Maschinen innerhalb einer Planungsperiode dadurch erhöht werden kann, daß Produkte, die aufgrund ihres Auftragsanfalls in spätere Perioden fallen, auf Lager gefertigt werden. Wie weit dies jedoch möglich ist, hängt von den jeweiligen Planungsbedingungen der einzelnen Unternehmen hinsichtlich des zukünftigen Absatzes ab. In welchem Maße schließlich innerhalb einer Planungsperiode auftretende gleiche Teile tatsächlich zusammen behandelt werden, wird bestimmt durch die Organisation des einzelnen Unternehmens.

191) Z.B. Leit- und Zugspindeldrehbank, Umlaufdurchmesser 250 mm über dem Bett.

192) Z.B. Vierspindelfutterautomat, Drehdurchmesser 200 mm.

193) Z.B. Transferstraße.

194) Zur Bestimmung des Variationsgrades s. S. 87.

Somit wirken auf die im Unternehmen bestehenden Differenzierungen gleichzeitiger und nachfolgender Art Programmbreite, Produktionsvolumen, Planung und Organisation in erheblichem Maße ein. In jedem Fall handelt es sich hierbei um Faktoren, die in ihrer Eigenart vom jeweiligen Unternehmen abhängig sind.

2.24 Die tatsächliche Differenzierung der Produkte im einzelnen Unternehmen

2.241 Erhöhte Differenzierung und ihre praktische Nachweisbarkeit

Aufgrund der vorangegangenen Überlegungen können über den Einfluß der Rationalisierung auf die Differenzierung der Maschinen bei einzelnen Unternehmen folgende Aussagen gemacht werden:

1) Die einzelnen Maschinenarten repräsentieren eine unterschiedliche Zahl möglicher verschiedener Maschinen in unterschiedlichem Variationsgrad, wobei der Variationsgrad nur ein grobes Maß für in Wirklichkeit feinere Abstufungen darstellt. Da die Programme der einzelnen Unternehmen kein verkleinertes konformes Abbild der Struktur der Gesamtwerkzeugmaschinenproduktion darstellen, werden die einzelnen Unternehmen in unterschiedlicher Weise von der Rationalisierung der Werkzeugmaschinen betroffen. Je nachdem, ob rationalisierte Maschinenarten des Variationsgrades I, II oder III gebaut werden, nimmt, verglichen mit der Ausgangssituation (Universalmaschinenbau), die gleichzeitige und nachfolgende Differenzierung der Maschinen im einzelnen Unternehmen zu! Da nur zum geringeren Teil eine einzige Maschinenart gebaut wird, ergeben sich weitere Unterschiede zwischen einzelnen Unternehmen, je nachdem, mit welchem Anteil Maschinenarten der verschiedenen Variationsgrade am Programm beteiligt sind.

2) Die im einzelnen Unternehmen bestehenden Differenzierungen werden neben der Rationalisierung von anderen Faktoren beeinflusst, die betriebsindividuelle Größen darstellen: Vereinheitlichung, Programmbreite, Pro-

duktionsvolumen, Planung und Organisation. Ihr Einfluß führt zu einem weiter differenzierten Bild der Produktdifferenzierung in den Unternehmen.

Hervorzuheben ist der Einfluß von Programmbreite und Produktionsvolumen. Da eine große Programmbreite ebenfalls zu hoher gleichzeitiger Differenzierung der Maschinen führt, zeigen sich Unterschiede hinsichtlich der gleichzeitigen Differenzierung der Maschinen zwischen Unternehmen, die Maschinen hohen Variationsgrades, und solchen, die Maschinen niederen Variationsgrades produzieren, nur in abgeschwächter Form, wenn das Unternehmen mit niederem Variationsgrad der Maschinen eine große Programmbreite und ein kleines Produktionsvolumen hat. Bei zeitlicher Betrachtung bedeutet dies, daß in einem Unternehmen, das ursprünglich Universalmaschinen in vielen Arten mit kleinem Produktionsvolumen herstellte, beim Übergang auf den Bau rationalisierter Maschinen hohen Variationsgrades Veränderungen hinsichtlich der gleichzeitigen Differenzierung nur in abgeschwächter Form sichtbar werden. Damit wird erkennbar, daß sich die Hauptunterschiede bei der Produktion unrationalisierter und rationalisierter Maschinen in aller Schärfe bei der nachfolgenden Differenzierung zeigen müssen.

3) Für praktische Untersuchungen haben die Überlegungen zu Punkt 1 und 2 entscheidende Bedeutung: Infolge der Vielfalt der Maschinenarten und der unterschiedlichen Abstufung ihrer Variationsgrade sind in der Wirklichkeit recht unterschiedliche Auswirkungen beim Bau rationalisierter Maschinen zu erwarten. Diese Vielfalt wird auf ein für praktische Untersuchungen geeignetes Maß eingeschränkt, ohne damit wesentliche Erscheinungen von vornherein auszuschließen, wenn die Untersuchungen für Maschinenarten durchgeführt werden, die einen bestimmten Variationsgrad repräsentieren. Als solche sollen gewählt werden:

- a) Universalmaschinen der Ausgangssituation (als Vergleichsbasis),
- b) rationalisierte Universalmaschinen (Variationsgrad I),
- c) Mehrspindelautomaten (Variationsgrad II),
- d) Sondermaschinen (Variationsgrad III)¹⁹⁵⁾.

In vielen Fällen sind die sich aus der erhöhten Differenzierung der rationalisierten Maschinen ergebenden Auswirkungen jedoch nur im Gesamtzusam-

195) Zu der hervorragenden Bedeutung der Sondermaschinen als Objekt der Untersuchung vgl. die Zusammenfassung des Abschnittes 1.

menhang des Unternehmens zu sehen und nicht zu trennen von den Einflüssen der Programmzusammensetzung, Vereinheitlichung, Programmbreite usw. Diese Einflüsse können lediglich gedanklich isoliert werden, nicht jedoch in praktischen Untersuchungen; sie lassen sich jedoch abschwächen, wenn für praktische Untersuchungen Unternehmen ausgewählt werden von gleicher Betriebsgröße und mit einem Programm, das überwiegend durch eine Maschinenart extremen Variationsgrades gekennzeichnet ist:

- a) Unternehmen mit vorzugsweiser Produktion unrationalisierter Universalmaschinen,
- b) Unternehmen mit vorzugsweiser Produktion rationalisierter Universalmaschinen,
- c) Unternehmen mit vorzugsweiser Fertigung von Sondermaschinen,
- d) Unternehmen mit großer Programmbreite und Maschinen unterschiedlichen Variationsgrades.

a) und b) stellen extreme Vergleichsobjekte dar. Da die Unternehmen unter a) meist der Vergangenheit angehören, treten hier bei der Beschaffung von Unterlagen für entsprechende Untersuchungen Schwierigkeiten auf; sie führen dazu, daß in einigen Fällen anstelle der Unternehmen unter a) solche unter b) zum Vergleich herangezogen werden müssen. Die unter Punkt d) zusammengefaßten Unternehmen stellen einen in der Wirklichkeit häufig vorkommenden Fall dar und sollen daher mitberücksichtigt werden.

2.242 Die Verschiedenheit rationalisierter Werkzeugmaschinen in der Praxis

Die aufgrund der vorangegangenen Überlegungen allgemeiner Art gewonnenen Einsichten über die erhöhte Differenzierung der rationalisierten Maschinen sollen im folgenden durch eine Betrachtung der in der Praxis anzutreffenden Differenzierungen anschaulich gemacht werden. Dabei werden aus den oben erörterten Gründen hinsichtlich ihrer gleichzeitigen und nachfolgenden Differenzierung folgende Maschinenarten untersucht:

- 1) Universalmaschinen der Ausgangssituation und rationalisierte Universalmaschinen,
- 2) Automaten für vorwiegend Dreharbeiten,
- 3) Sondermaschinen.

2.2421 Die Differenzierung am Beispiel der Universalmaschinen

Normalerweise sind alle Universalmaschinentypen, die innerhalb einer Planungsperiode hergestellt werden, schon einmal in vorangegangenen Perioden gebaut worden; damit besteht im Universalmaschinenbau keine nachfolgende Differenzierung zwischen den Maschinen der gegenwärtigen Periode und denen der vorangegangenen Perioden. Allerdings ergibt sich eine nachfolgende Differenzierung in geringem Maße durch Weiterentwicklung der Typen und durch Aufnahme neuer Typen in das Programm. Während diese Bedingungen voll für den Universalmaschinenbau der Ausgangssituation gelten, besteht bei den rationalisierten Universalmaschinen der Gegenwart eine stärkere nachfolgende Differenzierung, verursacht durch die Berücksichtigung von Abnehmerwünschen. Die Beeinflussung der nachfolgenden Differenzierung von rationalisierten Universalmaschinen durch Sonderwünsche variiert so stark, daß hierfür eine Angabe von quantitativen Werten nicht sinnvoll erscheint.

Die gleichzeitige Differenzierung hängt ab von der Kapazität und der Wahl der nebeneinander gefertigten verschiedenen Maschinentypen. Nach KIENZLE¹⁹⁶⁾ kann für den Universalmaschinenbau der Ausgangssituation die Beschränkung auf wenige Baumuster angenommen werden. Im allgemeinen schwanken im gegenwärtigen Universalmaschinenbau die Zahlen gleichzeitig montierter gleicher Typen zwischen 3 und 30 Stück. Diese Zahl begrenzt die Anzahl innerhalb einer Planungsperiode gemeinsam zu behandelnder Teile nach unten. Infolge der geringen nachfolgenden Differenzierung können vor allem mittlere und kleine Teile auf Vorrat gefertigt

196) Kienzle, O., Tatsachen und Bilder aus deutschen Werkzeugmaschinenfabriken, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 41. Jg., 1951, H. 8, S. 310 - 312.

werden, so daß hierbei wesentlich höhere Stückzahlen gleicher Teile anfallen können (als Anhaltswert etwa Losgrößen von 10 - 200 Stück). Im Gegensatz zum Universalmaschinenbau der Ausgangssituation ergeben sich im gegenwärtigen Universalmaschinenbau kleine Losgrößen als Folge der abnehmerabhängigen Teile der Maschinen.

Für den konkreten Fall wurde in einem Unternehmen mit über 500 Beschäftigten die Losgrößenverteilung für zwei verschiedene Universalmaschinengattungen ermittelt und in Abb. 5a dargestellt. Die Losgrößenverteilung ergibt sich aus den Anteilen der verschiedenen Losgrößen an der Gesamtzahl der verschiedenen Teile einer Maschinengattung mit bestimmter Produktionsmenge; der Untersuchung wurde eine Produktionsmenge zugrunde gelegt von 108 Maschinen der Gattung A und 68 Maschinen der Gattung B. Jede dieser Maschinengattungen teilt sich auf mehrere Arten und Unterarten auf.

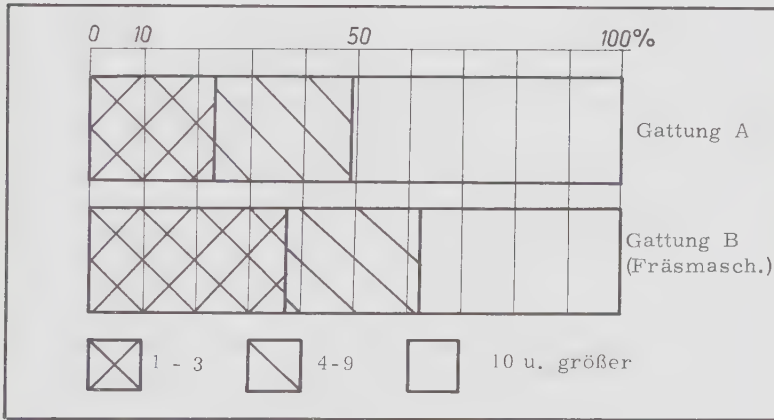


Abb. 5a;¹⁹⁷⁾ Losgrößenverteilung bei Universalmaschinen

Bei der untersuchten Unternehmung ist das Universalmaschinenprogramm überdurchschnittlich breit gefächert. Es werden mehrere verschiedene Universalmaschinengattungen mit einer Vielzahl verschiedener Arten und Unterarten

¹⁹⁷⁾ Nach Firmeninformation.

gebaut. Damit dürfte die obige Losgrößenverteilung einen relativ ungünstigen Fall des Universalmaschinenbaus darstellen. Der verhältnismäßig hohe Anteil kleiner Losgrößen erklärt sich neben der Programmzersplitterung aus Sonderwünschen des Abnehmers, von denen die Fräsmaschinen, die eine höhere Rationalisierungsstufe haben, besonders stark betroffen sind.

2.2422 Die Differenzierung am Beispiel des Drehautomaten

Eine nachfolgende Differenzierung der Grundmaschinen besteht in einem mit den Verhältnissen bei Universalmaschinen vergleichbaren Maße; jedoch ergibt sich gegenüber den Universalmaschinen eine gesteigerte nachfolgende Differenzierung durch den werkstückabhängigen Anteil der Ausrüstung.

Im konkreten Fall¹⁹⁸⁾ betrug dieser Anteil bei Drehautomaten im Durchschnitt für die innerhalb eines Jahres produzierten Maschinen 12 % des Gesamtwertes. Da es sich bei dem befragten Unternehmen (über 500 Beschäftigte) um eine Firma handelt, die maßgebend an der Produktion von Drehautomaten beteiligt ist, es sich um den Durchschnitt der gesamten Jahresproduktion handelt und der Anteil der werkstückabhängigen Ausrüstung im großen und ganzen von der Eigenart der Gattung Drehautomaten abhängig ist, dürfte dieser Wert in etwa auch für die Drehautomaten anderer Hersteller zutreffen.

Für die gleichzeitige Differenzierung der Grundmaschinen gilt das über Universalmaschinen Gesagte; insgesamt wird der Anteil kleiner Losgrößen durch den werkstückabhängigen Anteil der Ausrüstung erhöht.

2.2423 Die Differenzierung am Beispiel der Sondermaschinen

1) Die nachfolgende Differenzierung der Sondermaschinen unterliegt zunächst stark unternehmungsindividuellen Einflüssen, wie dem Stand der Ver-

198) Nach Firmeninformation.

einheitlichung, dem Produktionsvolumen und der Spezialisierung auf bestimmte Bearbeitungsprobleme; sie wechselt daher von Unternehmen zu Unternehmen. Innerhalb der Unternehmung schwankt die nachfolgende Differenzierung der Maschinen stark mit der Art der aufeinanderfolgenden Bearbeitungsaufgaben; hier stehen sich Wiederholungen von Transferstraßen (Variationsgrad $\rightarrow 0\%$) bei gleichen Bearbeitungsaufgaben und vollständige Neukonstruktionen (Variationsgrad $\rightarrow 100\%$) bei neuartigen Bearbeitungsaufgaben gegenüber. So waren etwa von 45 Transferstraßen in einer Unternehmung 8 Straßen Wiederholungen schon gebauter Straßen und 15 Straßen nahezu vollständige Neukonstruktionen.¹⁹⁹⁾

Um trotz der innerbetrieblichen Schwankungen in der nachfolgenden Differenzierung der Sondermaschinen und der zwischenbetrieblichen Unterschiede dieser Größe zu allgemeinen Anhaltspunkten zu gelangen, wurden zunächst in einer Unternehmung des Sondermaschinenbaus (über 500 Beschäftigte) zwei Transferstraßen hinsichtlich des Anteils von Altteilen (Teile, die schon für vorangegangene Maschinen konstruiert wurden) untersucht; und zwar die in dieser Unternehmung als erste gefertigte Transferstraße (als Beispiel für eine Neukonstruktion) und eine zwischen den Extremen der Neufertigung und der nahezu vollständigen Wiederholung stehende "durchschnittliche" Transferstraße, d. h. eine Straße mit einem im Hinblick auf die Gesamtheit der produzierten Maschinen als durchschnittlich anzusprechenden Anteil von Altteilen.^{199a)}

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigt die folgende Abb. 6; sie zeigt zur Ergänzung außerdem von MATTHÉE angegebene Werte für den werkstückabhängigen Anteil verschiedener Sondermaschinen, der grob gleich dem Anteil der Altteile gesetzt werden kann.

Die nachstehende Abbildung läßt erkennen, daß auch bei erstmaliger Fertigung schon Altteile vorliegen. Der gegenüber dem stückzahlmäßigen Anteil erhöhte Wertanteil der durchschnittlichen Transferstraße dürfte sich daraus erklären, daß es sich bei den Altteilen vor allem um Unterbauteile und Schlitteneinheiten mit langen Bearbeitungszeiten handelt.

199) Schätzwerte nach Firmeninformation.

199a) Hierbei handelt es sich nicht um einen streng statistisch ermittelten Durchschnitt; vielmehr wurde die durchschnittliche Transferstraße nach einer an der betrieblichen Erfahrung orientierten Schätzung ausgewählt.

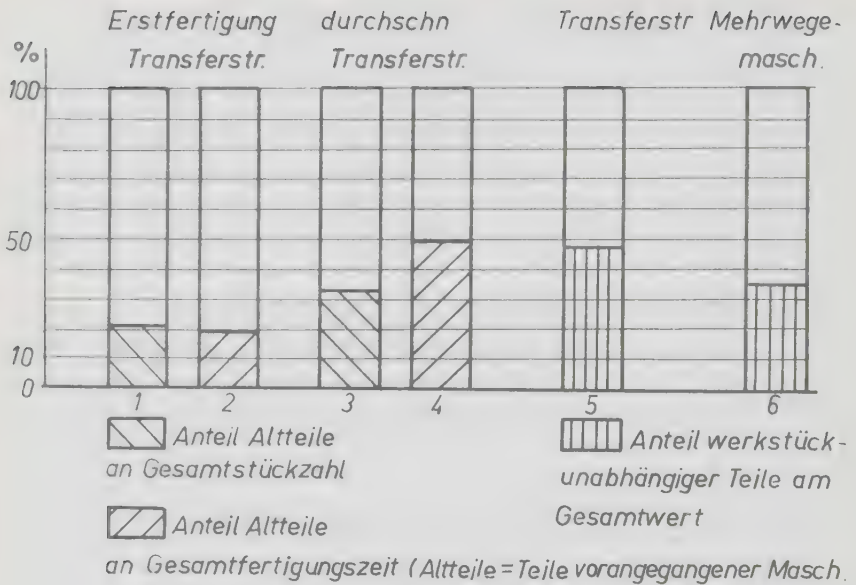


Abb. 6; 200) Anteile der Altteile in Sondermaschinen

Zu einer verallgemeinernden Aussage sind zusätzliche Werte erforderlich, die allerdings aus untersuchungstechnischen Gründen nur den Charakter von durchschnittlichen Schätzwerten haben können. Die folgende Tab. 10 zeigt den geschätzten durchschnittlichen Anteil von Altteilen in Transferstraßen für drei weitere Unternehmungen des Sondermaschinenbaus für ungefähr 1961, ergänzt durch den entsprechenden Wert der vorstehend untersuchten Unternehmung.

200) Werte 1 - 4 nach Untersuchung am Lehrstuhl Prof. Dr. Dr. Th. Ellinger und Untersuchung des Verfassers; Auszählung nach Stückliste; Zeitan- teil aus Vorgabezeiten ermittelt. Werte 5 und 6 Matthée, G., Der Ent- wicklungsstand der Aufbau-Maschinen, in: Werkstattstechnik, 51. Jg., 1961, H. 11, S. 564.

Tab. 10;²⁰¹⁾ Durchschnittlicher wertmäßiger Anteil von Altteilen in Transferstraßen in 4 verschiedenen Unternehmen

Unternehmung	A	B	C	D
Allteil-Anteil (%)	49	50 - 70	60	30

A: Anteil an der Gesamtfertigungszeit der Maschine ohne Steuerung (Auszahlung)

B-D: Anteil an den Herstellungskosten der Gesamtmaschine (geschätzt).

Die obigen Unternehmen repräsentieren zusammen einen Anteil von rund 60 % der Sondermaschinenproduktion des Jahres 1961, so daß die Werte für einen hohen Anteil der Sondermaschinenproduktion stehen. Sie lassen die zwischenbetrieblichen Unterschiede in der nachfolgenden Differenzierung der Transferstraßen erkennen. Da es sich um Durchschnittswerte handelt, schwanken die tatsächlichen Werte um die hier angegebenen; im Verlauf zunehmender Vereinheitlichung ist mit einem Anwachsen des Allteil-Anteils zu rechnen.

2) Gleichzeitige Differenzierung

Die folgende Abb. 7 zeigt die Losgrößenverteilung für Sondermaschinen in einer Unternehmung des Sondermaschinenbaus (Unternehmen A), und zwar die durchschnittliche Losgrößenverteilung für Transferstraßen und Mehrwegemaschinen für das Jahr 1961 und die Losgrößenverteilung für 2 Transferstraßen (I = erstmalig gefertigte Straße, II = "durchschnittliche"^{201a)} Straße) mit stückzahlmäßigem und wertmäßigem Anteil (Anteil der mechanischen Fertigungszeit an der Maschine ohne Steuerung) der einzelnen Losgrößen. Die Unterschiede in der wertmäßigen und stückzahlmäßigen Verteilung der Losgrößen dürften sich daraus erklären, daß Großteile mit langen Bearbeitungszeiten nur in kleinen Losgrößen anfallen.

201) Wert A: Untersuchung des Verfassers; Werte B-D: Firmeninformation.

201a) Unter "durchschnittlicher" Straße ist eine Transferstraße mit einem hinsichtlich der Gesamtheit der produzierten Maschinen durchschnittlichen Anteil an Altteilen zu verstehen; vgl. S. 107.

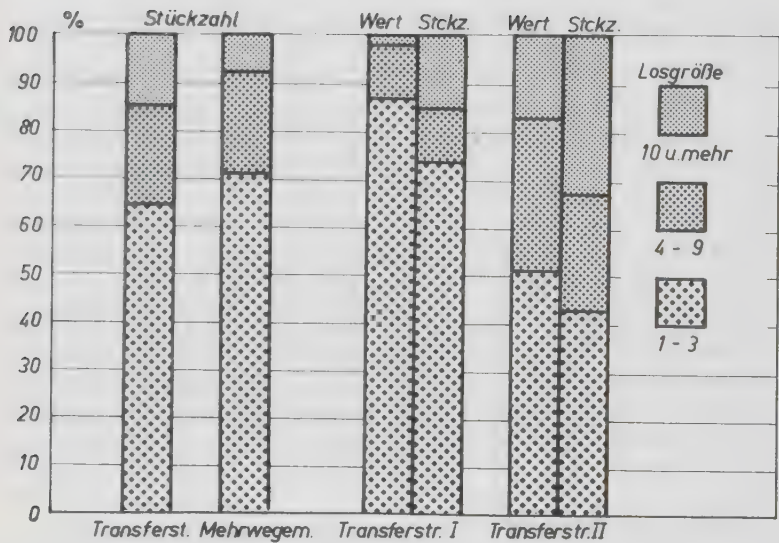


Abb. 7:²⁰²⁾ Losgrößenverteilung bei Sondermaschinen

In der untersuchten Unternehmung bestand nur eine geringe Vorratsfertigung von vereinheitlichten Sondermaschinenteilen (vor allem Hydraulikteile). Mit einer Vorratsfertigung vereinheitlichter Teile lassen sich höhere Losgrößen erzielen. Dementsprechend unterscheiden

202) Durchschnittswerte nach Firmeninformation; Einzelwerte nach Untersuchung des Verfassers.

sich die Werte anderer Unternehmen von diesen vor allem in dem Maße, wie eine Vorratsfertigung von Sondermaschinenteilen betrieben wird. Das Maß der Vorratsfertigung hängt dabei wesentlich vom Stand der Vereinheitlichung und von der jeweiligen Beschäftigung ab (so verhinderte z. T. die Hochkonjunktur der vergangenen Jahre eine Vorratsfertigung).

Die nachfolgende Tab. 11 gibt einen Anhaltspunkt für die Losgrößen von auf Vorrat gefertigten Teilen von Transferstraßen in den Unternehmungen B, C, D ungefähr für 1961:

Tab. 11:²⁰³⁾ Losgrößen von auf Vorrat gefertigten Teilen von Transferstraßen

Unternehmung	Art der Teile	Losgröße	Anteil dieser Teile an den Herstellkosten
B	Spindelstöcke,		
	Schlitteneinheiten	5 - 25	
	Unterteile	10 - 25	-
	best. Einzelteile	- 200	
C	Unterteile,		
	Schlitteneinheiten	10 - 30	30 %
	Hydraulikteile	rd. 50	
D	vereinheitl. Teile allgemein	12	20 %

2.2424 Zusammenfassender Vergleich der Differenzierung bei charakteristischen Maschinenarten

1) Nachfolgende Differenzierung

Im groben zeigen die quantitativen Durchschnittswerte der untersuchten Ma-

203) Firmeninformation.

schinenarten eine charakteristische Abstufung in dem Grad der nachfolgenden Differenzierung nach folgender Reihenfolge: 1) Universalmaschinen; 2) Automaten; 3) Sondermaschinen. Diese Reihenfolge entspricht den allgemeinen Überlegungen über den Variationsgrad dieser Maschinenarten, der bei Universalmaschinen als am geringsten und bei Sondermaschinen als am höchsten angesehen wurde.²⁰⁴⁾

2) Gleichzeitige Differenzierung

Auch hier zeigen die Beispiele Unterschiede in der gleichzeitigen Differenzierung je nach Maschinenart. Zur weiteren Veranschaulichung dieser Tatsache ist in der Abb. 8 die Losgrößenverteilung einer Gesamtheit von Universalmaschinen mit der Losgrößenverteilung einer Gesamtheit von Sondermaschinen verglichen.

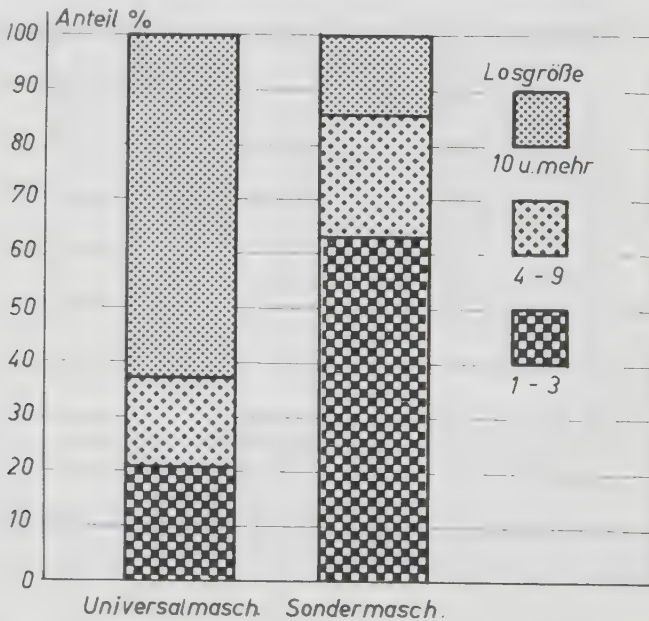


Abb. 8;²⁰⁴⁾ Losgrößenverteilung bei Universal- und Sondermaschinen

²⁰⁴⁾ Zusammenstellung des Verfassers nach Firmenunterlagen.

Die Werte gelten für die Gesamtproduktion von Universal- und Sondermaschinen im Jahre 1961 in einem Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten. Die Anteile der Losgrößen beziehen sich auf die jeweilige Gesamtzahl verschiedener Einzelteile.

Die unterschiedliche gleichzeitige Differenzierung in Abhängigkeit von der Maschinenart muß dazu führen, daß sich in den einzelnen Unternehmen Unterschiede in der Losgrößenverteilung ergeben, je nachdem, welche Maschinenarten produziert werden. Obwohl diese Unterschiede von betriebsindividuellen Größen beeinflusst werden, sind sie stark genug, um im zwischenbetrieblichen Vergleich sichtbar zu werden. In Abb. 9 ist die Losgrößenverteilung der Gesamtproduktion für sechs verschiedene durch bestimmte Maschinenarten charakterisierte Unternehmen dargestellt:

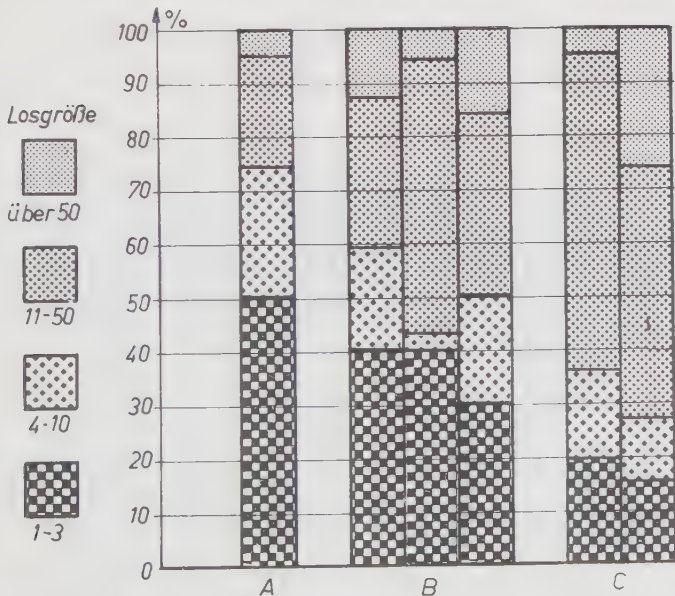


Abb. 9:²⁰⁵⁾ Losgrößenverteilung in verschiedenen Unternehmen

205) Firmeninformation. Die Werte beruhen auf der Auszählung einer bestimmten Anzahl von Teilen.

- Unternehmen A: vorzugsweise Sondermaschinenbau,
Unternehmen B: Universalmaschinen und Maschinen verschiedenen
Variationsgrades gemischt (3 Unternehmen),
Unternehmen C: vorzugsweise Universalmaschinenbau (2 Unternehmen).

Bei diesen Unternehmungen handelt es sich um solche mit über 500 Beschäftigten. Die Auswahl dieser Unternehmen war allein durch erhebungstechnische Gegebenheiten bedingt und stellt somit eine Zufallsauswahl dar.

Die Zufälligkeit der Unternehmensauswahl und die Übereinstimmung der obigen Darstellung mit vorangegangenen Überlegungen lassen vermuten, daß die obigen Werte in ihrer tendenziellen Aussage eine über den Kreis der untersuchten Unternehmungen hinausreichende Gemeingültigkeit besitzen.

2.2425 Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Beispiele aus der Praxis den unter 2.241 gezogenen Folgerungen in ihrer Aussage entsprechen; eine erhöhte, aber unterschiedliche Differenzierung der rationalisierten Maschinen (mit den Sondermaschinen an der Spitze) im Vergleich zu den Universalmaschinen. Gleichzeitig vermitteln die angeführten Daten ein Bild von der Größenordnung charakteristischer Werte.

2.3 Die veränderte Marktsituation

2.30 Vorbemerkung

Die veränderten Eigenschaften der rationalisierten Werkzeugmaschinen wirken sich nicht in jedem Fall direkt auf die innere Struktur des Unternehmens

aus. Da den Unternehmen neben der Leistungserstellung die Leistungsverwertung obliegt, beeinflußt das veränderte Produkt das Unternehmen über eine Veränderung der absatzwirtschaftlichen Gegebenheiten. Im folgenden sind daher zu betrachten:

- 1) Die Marktstruktur für rationalisierte Werkzeugmaschinen,
- 2) Veränderte Beziehungen zum Abnehmer als Folge veränderter Marktstruktur,
- 3) Veränderte Beziehungen zum Abnehmer als Folge veränderter Absatzart.

2.31 Die Marktstruktur für rationalisierte Maschinen

2.311 Die Wirtschaftsordnung

"Die Wirtschaftsordnung eines Landes besteht in der Gesamtheit der jeweils realisierten Formen, in denen Betriebe und Haushalte miteinander verbunden sind, in denen also der Wirtschaftsprozess in concreto abläuft."²⁰⁵⁾ Damit bildet die Wirtschaftsordnung für die Art und Weise, wie sich die Beziehungen zwischen Anbietern und Nachfragern auf dem Werkzeugmaschinenmarkt gestalten, eine wesentliche Voraussetzung.

Änderungen in den Beziehungen zwischen Herstellern und Abnehmern in der Nachkriegszeit haben z. T. in der 1948 geänderten Wirtschaftsordnung ihre Ursache, wodurch für den Hersteller an Stelle eines "Abliefern"²⁰⁶⁾ ein "Absetzen" seiner Produkte trat.

205) Eucken, W., Grundsätze, a.a.O., S. 28.

206) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2: Der Absatz, 5. Auflage, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1962, S. 4.

2.312 Die Struktur der Nachfrageseite

Die Struktur der Nachfrageseite wird beeinflußt durch die Eigenart der rationalisierten Werkzeugmaschinen. Es soll untersucht werden, inwieweit sich für bestimmte Werkzeugmaschinen eine von anderen Maschinenarten abweichende Nachfragestruktur ergibt.

Die sich für einzelne Maschinenarten ergebende Nachfragestruktur wird - soweit sie hier relevant ist - entscheidend bestimmt von den wirtschaftlichen Bedingungen des Einsatzes dieser Maschinen. Diese Bedingungen werden durch folgende Auswirkungen der Rationalisierung verändert:

- 1) Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit²⁰⁷⁾,
- 2) Vergrößerung der maschinellen Einheiten²⁰⁸⁾,
- 3) Anpassung des technischen Anwendungsbereiches an das Werkstück.²⁰⁹⁾

Da diese Auswirkungen am stärksten bei den Sondermaschinen ausgeprägt sind, ist bei den folgenden Überlegungen vor allem an diese Maschinen gedacht, sie gelten aber auch für andere rationalisierte Maschinenarten in dem Maße, wie die obigen Auswirkungen der Rationalisierung bei ihnen auftreten.

Erhöhte Produktionsgeschwindigkeit und vergrößerte maschinelle Einheiten bedeuten, daß die von der einzelnen Einheit erzeugte Produktmenge pro Zeiteinheit größer wird, so daß sich die zur optimalen Nutzung der Maschine notwendige Menge nach oben verschiebt. - Die Anpassung des technischen Anwendungsbereiches an einzelne Werkstücke bedingt eine erhöhte Gefahr des Unbrauchbarwerdens der Maschine bei Änderung des Werkstückes,

207) Vgl. die Ausführungen über die prinzipiellen Rationalisierungsmöglichkeiten in Kap. 1.2.

208) Vgl. die Rationalisierungsmöglichkeiten durch Erweiterung des Anwendungsbereichs und durch Integration von Einzelmaschinen in Kap. 1.3.

209) Vgl. die Ausführungen über die Spezialisierung der Werkzeugmaschine in Kap. 1.3.

die verstärkt wird durch die Gefahr technischen Veralterns der hochrationalisierten Anlagen, was sich zusammen in einer verkürzten wirtschaftlichen Nutzungsdauer auswirken muß; kurze Amortisationszeit bei hohen Anschaffungskosten pro Einheit, bedingt durch die Vergrößerung der Einheiten, führen aber zu erhöhten fixen Kosten, was wiederum stark ansteigende Stückkosten bei Beschäftigungsrückgang und damit verminderte Anpassungsfähigkeit an Beschäftigungsschwankungen bedeutet. Damit verlangen diese Maschinen eine gleichbleibende optimale Beschäftigung zu ihrem wirtschaftlichen Einsatz.^{210) 211)}

Die erhöhte mengenmäßige Leistung pro Einheit, verbunden mit dem Zwang zu gleichmäßiger Beschäftigung und der engen Spezialisierung der Maschine auf ein bestimmtes Produkt, führen dazu, daß der wirtschaftliche Einsatz der Sondermaschinen nur da gegeben ist, wo ein hoher Bedarf an gleichartigen Produkten vorliegt, d. h. in der Massenfertigung.²¹²⁾ Die Zahl der Industriezweige, in denen Massenfertigung möglich ist, ist aber vorläufig im wesentlichen beschränkt auf folgende: Armaturenindustrie, Büromaschinenindustrie, Druckereimaschinenbau, Elektromaschinenbau, Fahrzeugbau, Landmaschinenbau, Kugellagerindustrie, Munitionsfertigung, Nähmaschinenbau und Textilmaschinenbau.

Während Universalmaschinen und rationalisierte Universalmaschinen für alle Industriezweige verwendbar sind, engt sich damit der Anwendungsbereich der Sondermaschinen auf bestimmte Industriezweige ein, für Transferstraßen beschränkt er sich sogar noch weiter auf den Fahrzeugbau, wobei allerdings

-
- 210) Allgemein zur Anpassungsfähigkeit von spezialisierten Maschinen vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 331/332.
- 211) Zur Forderung gleichbleibender Beschäftigung infolge erhöhter fixer Kosten bei Sondermaschinen vgl. Bittorf, W., Automation, Darmstadt 1956, S. 160; Kalveram, W., a. a. O., S. 265; Müller, E., Automation als ökonomisches Problem, Diss. Münster 1958, S. 63; Pietsch, M., Die Auswirkungen der "Automation" auf den Produktionsprozeß, in: ZfhF, NF, 8. Jg., 1956, H. 8/9, S. 454; RKW (Hrsg.), Automatisierung, Stand und Auswirkungen in der Bundesrepublik Deutschland, München 1957, S. 18.
- 212) Zur Definition der Massenfertigung vgl. z. B. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. II, a. a. O., S. 98; Beste, Th., Fertigungsverfahren, a. a. O., Sp. 1768.

"Ansätze"²¹³⁾ für eine Verwendung "in der Armaturenindustrie, in einigen Zweigen des allgemeinen Maschinenbaus, wie des Druck- und Textilmaschinenbaus, sowie in der Elektrogeräte- und Nähmaschinenherstellung" zu erkennen sind.

Diese allgemein gefolgerten Ergebnisse werden bestätigt durch die folgenden Werte einer Stichprobe (Tab. 12).

Tab. 12: Verteilung charakteristischer Maschinenarten auf Abnehmerbranchen

Branche	Anteil (%) am Gesamtumsatz der Maschinenart			
	1. Universalmasch.	2. Transferstraßen	3. Schaltt. und Mehrwegemaschinen	4. Mehrspindelautom.
1. Kraftfahrzeugindustrie	9	92	47	40 - 45
2. Kfz.-Zubehör		1	11	
3. Landmaschinen		-	4	
4. Armaturen		3	4	
5. Druck-u. Papiermaschinen	+)	-	27	
6. Elektroindustrie		-	6	
7. Kraftmaschinen		-	1	
8. Sonstige		4	-	
Zahl der untersuchten Maschinen	136	45	32	-

+) Praktisch alle Zweige der metallverarbeitenden Industrie.

Hierzu wurden die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes von einer Unternehmung abgesetzten verschiedenen Maschinenarten: Universalmaschinen einer bestimmten Gattung, Transferstraßen, Schalttisch- und Mehrwegemaschinen

213) Goebel, H., Automatische Herstellung von Motorengehäusen, in: Automatisierung, 3. Jg., 1958, Nr. 8, S. 13.

im Hinblick auf die Branchenzugehörigkeit des Abnehmers bestimmt.²¹⁴⁾ Die Spalte 4 zeigt zur Ergänzung den Schätzwert des Anteils an Mehrspindelautomaten, die innerhalb eines mehrjährigen Zeitraumes an die Kraftfahrzeugindustrie geliefert wurden.

Die obigen Werte dürften ausschließlich die Gebundenheit der einzelnen Maschinenarten an bestimmte Branchen spiegeln, da in dem Unternehmen, das für die Stichprobe ausgewählt wurde, in der der Untersuchung zugrunde gelegten Zeitspanne keine durch die besondere Unternehmenspolitik bedingten Präferenzen für bestimmte Industriezweige bestanden.

Die speziellen absatzwirtschaftlichen und finanzwirtschaftlichen Bedingungen, die für den Einsatz von hochrationalisierten Maschinen wie Sondermaschinen gelten, führen außerdem dazu, daß diese Maschinen im Gegensatz zu Universalmaschinen in ihrem Anwendungsbereich auf bestimmte Betriebsgrößen beschränkt sind. Die gesteigerte Mengenleistung der einzelnen Aggregate erfordert umfangreiche Absatzmöglichkeiten, wie sie im allgemeinen nur Großunternehmen besitzen oder anbahnen können. Daneben verlangen der hohe Anschaffungswert, die eventuelle Notwendigkeit einer Lagerfertigung und das hohe Risiko infolge wirtschaftlichen Unbrauchbarwerdens der Anlage eine hohe Finanzkraft, so daß auch aus diesem Grunde für den Einsatz hochrationalisier-

214) Für die Erfassung von Universalmaschinen bestimmter Gattung, Schalttisch- und Mehrwegemaschinen wurde der gleiche Zeitraum zugrunde gelegt. Für Transferstraßen wurde ein längerer Zeitraum untersucht, um die Zahl der Untersuchungsobjekte zu vergrößern. Bei den Universalmaschinen, Schalttisch- und Mehrwegemaschinen wurden nur die im Inland abgesetzten Maschinen berücksichtigt; bei den Transferstraßen auch die ins Ausland verkauften. Die Festlegung der Branchenzugehörigkeit erfolgte nach: VDMA (Hrsg.), Handbuch der Maschinenindustrie, Darmstadt 1959. Bei den in diesem Handbuch nicht vermerkten Abnehmern wurde von dem von der Maschine zu bearbeitenden Werkstück auf die Branchenzugehörigkeit geschlossen. - Werte der Spalten 1, 2, 3. nach Untersuchung des Verfassers; Werte der Spalte 4 nach Firmeninformation.

ter Maschinen vor allem große Unternehmen in Frage kommen.²¹⁵⁾

Eine bestätigende Stichprobe hinsichtlich der Betriebsgrößenabhängigkeit der Abnehmer von den einzelnen Maschinenarten zeigt die folgende Tabelle 13.²¹⁷⁾

Tab. 13:²¹⁸⁾ Verteilung einzelnen Maschinenarten auf Abnehmergrößen

Betriebsgröße (nach Zahl der Beschäftigten)	Anteil (%) der Maschinenarten am Umsatz			Zahl der untersuchten Masch.
	unter 500	500 - 2000	über 2000	
Schalttischmasch. Mehrwegemaschinen	2	17	81	32
Universalmasch. best. Gattung	64		36	136

Da bei den Sondermaschinen keine unternehmenspolitisch bedingten Präferenzen zu bestimmten Abnehmern bestanden, dürfte die Stichprobe die Abhängigkeit der Betriebsgröße in Abhängigkeit von der Eigenart der Maschine wiedergeben.

215) Die Ansicht, daß hochrationalisierte automatische Werkzeugmaschinen vor allem für Großunternehmen in Frage kommen, vertreten u. a. : Bittorf, W., a. a. O., S. 169; Pollock, F., Automation, Frankfurt a. M. 1956, S. 262. Bei Pollock findet sich auch eine eingehende Diskussion amerikanischer Quellen zu dieser Frage.

217) Es handelt sich um die gleichen Untersuchungsobjekte wie in Tab. 12, so daß hinsichtlich der Untersuchungsbedingung das dort Gesagte gilt. Als Maß für die Betriebsgröße wird die Beschäftigtenzahl mit zunehmender Freisetzung von Arbeitskräften durch die Automatisierung problematisch; dieser Effekt wurde in der vorliegenden Stichprobe vernachlässigt. Soweit Unternehmen nicht in dem als Quelle angegebenen Handbuch verzeichnet waren, wurden sie in die Gruppe der Betriebe mit 500 - 2000 Beschäftigten eingestuft.

218) Untersuchung des Verfassers.

Für eine Verteilung der Automatisierung auf Betriebsgrößen in den USA für 1957 werden folgende Werte angegeben:

Tab. 14:²¹⁹⁾ Anteil automatisierter Betriebe in verschiedenen Betriebsgrößenklassen

Betriebsgröße (Zahl d. Besch.)	1 - 49	50 - 99	100 - 499	500 - 999	über 1000
Anteil der automatisierten Betriebe an allen Betrieben	8	13	15	35	65

Die Beschränkung der wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten von Sondermaschinen auf einzelne Industriezweige und auf Großunternehmungen muß dazu führen, daß die Zahl der Nachfrager für Sondermaschinen im Vergleich zu Universalmaschinen beschränkt wird. Diese Vermutung bestätigt die folgende Stichprobe.²²⁰⁾

Tab. 15:²²¹⁾ Zahl der verschiedenen Abnehmer in Abhängigkeit von der Maschinenart

Maschinenart	Gesamtwert in Mio DM	Zahl der verschiedenen Abnehmer
Transferstraßen	27	10
Schaltt. und Mehrwegemaschinen	4	13
Universalmaschinen bestimmter Gattung	1,8	108

219) The impact of automation. Am. Mach. 101 (1957), Nr. 22, S. 166-180, zit. bei Kettner, S., Neun Jahre Automatisierung. Ein amerikanischer Erfahrungsbericht, in: Werkstattstechnik und Maschinenbau, 48. Jg., 1958, H. 6, S. 327.

220) Die Zahlen beziehen sich auf Maschinen, die innerhalb bestimmter Zeitspannen gefertigt wurden.

221) Untersuchung des Verfassers.

2.313 Struktur der Anbieterseite

Die Struktur der Anbieterseite ist mit wenigen Ausnahmen gekennzeichnet durch Betriebsgrößen unter 2000 Beschäftigten. Die Verteilung der Betriebsgrößen über die Gesamtzahl der Werkzeugmaschinenunternehmen für 1961 zeigt die folgende Abb. 10.²²²⁾

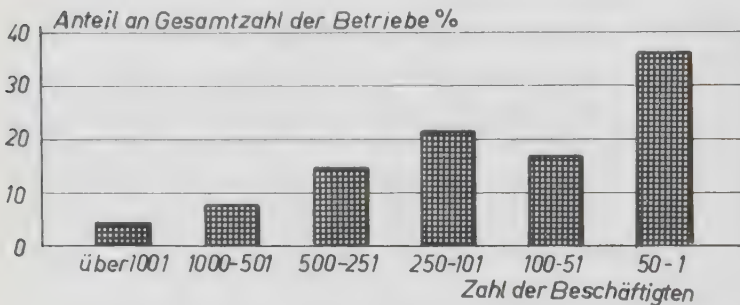


Abb. 10: Verteilung der Betriebsgrößen im Werkzeugmaschinenbau 1961

Sie läßt den hohen Anteil von Betrieben mit unter 500 Beschäftigten erkennen.

Im allgemeinen entfallen auf jede Maschinenart mehrere Anbieter unabhängig vom Rationalisierungsgrad der Maschinenart. Stichproben hierzu zeigt die folgende Tab. 16.²²³⁾

222) Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.), Statistische Zahlen ..., a.a.O., S. 10.

223) Auszählung des Verfassers nach: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.), Bezugsquellen-Verzeichnis..., a.a.O..

Tab. 16: Zahl der Anbieter ausgewählter Maschinenarten

Maschinenart	Zahl der Anbieter
Leit- und Zugspindeldrehm. bis 800 mm	30
Säulenbohrmaschinen	17
Universal-Fräsmaschinen	19
Außenrundscheifmasch.	13
Einständerhobelmasch.	7
Kopierdrehmaschinen	9
Revolverdrehmaschinen	13
Mehrspindelautomaten	4
Sondermaschinen	35

Eine genaue Beurteilung der Anbieterstruktur wird dann möglich, wenn der Anteil der einzelnen Unternehmen am Gesamtumsatz einer Maschinenart bekannt ist. Für die besonders wichtige Maschinenart der Sondermaschinen zeigt Abb. 11²²⁴⁾ die kumulierten Anteile der einzelnen Betriebe am Gesamtumsatz dieser Maschinenart.

Man erkennt, daß eine geringe Anzahl von Betrieben einen bedeutenden Anteil des Gesamtumsatzes hat (5 Betriebe rund 70 %). Diese Verteilung dürfte jedoch für alle Maschinenarten mehr oder weniger zutreffen.

Ein charakteristischer Einfluß der rationalisierten Maschinen auf die Anbieterstruktur ergibt sich im allgemeinen nur aus dem vergrößerten technischen Umfang bestimmter rationalisierter Maschinen. Es ist anzunehmen, daß aus technischen und wirtschaftlichen Gründen größere Objekte nur in größeren

224) Nach Unterlagen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA. Es sind nicht alle Betriebe, sondern nur die bei der Fachgemeinschaft 1961 meldenden erfaßt.

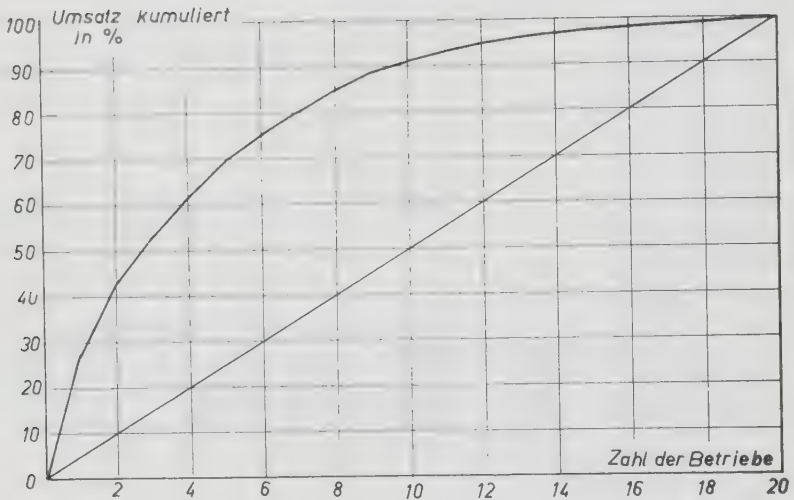


Abb. 11: Umsatzsummenkurve der Sondermaschinenhersteller 1961

Betrieben gebaut werden können. Damit wird sich bei den Unternehmen, die technisch umfangreichere Maschinenarten herstellen, eine veränderte Betriebsgrößenstruktur im Vergleich zu Unternehmen, die kleinere Objekte herstellen, ergeben. Dieser Umstand tritt deutlich in Erscheinung, wenn die Verteilung der Betriebsgrößenklassen bei den Anbietern von extrem umfangreichen Maschinen untersucht wird.

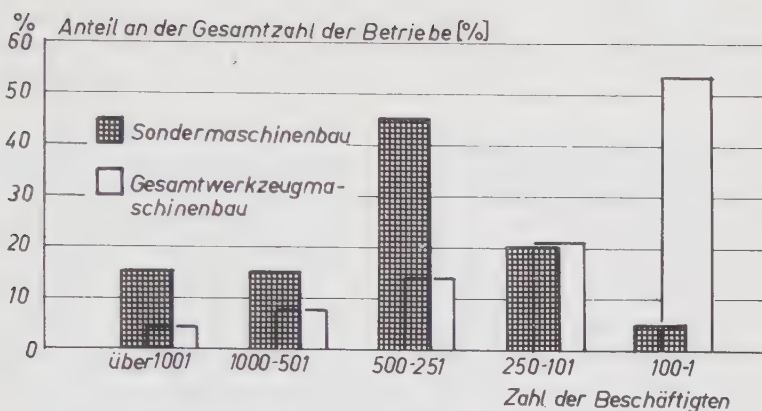


Abb. 12:²²⁵⁾ Verteilung der Sondermaschinenhersteller auf Betriebsgrößenklassen 1961

2.314 Die Unvollkommenheit des Marktes

Die gestiegene materielle Differenzierung der Produkte muß zum Abnehmen der Markttransparenz und zu einer verstärkten Ausbildung von Präferenzen führen; Der Markt wird in zunehmendem Maße "unvollkommen".²²⁶⁾

Diese Tendenz kommt dem Bestreben der Anbieter entgegen, den Absatzmarkt zu individualisieren, "um sich auf diese Weise einen 'Firmenmarkt' zu schaffen".²²⁷⁾

Die Bereitschaft, Sonderwünsche bei Universalmaschinen zu verwirklichen, dürfte, wenn die Ursache nicht in einer schwächeren Position des Anbieters

²²⁵⁾ Nach Unterlagen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA.

²²⁶⁾ Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 2, a.a.O., S. 167.

²²⁷⁾ Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 2, a.a.O., S. 221.

liegt, zum großen Teil dem Bestreben nach Individualisierung des Marktes zuzuschreiben sein.

2.32 Veränderte Beziehung zum Abnehmer als Folge veränderter Marktstruktur

Aus der Betrachtung der Angebots- und Nachfragestruktur ergibt sich für Universalmaschinen etwa die Marktform eines Angebots-Teiloligopols²²⁸⁾ oder der vollständigen Konkurrenz (viele Nachfrager mit kleinem Anteil - viele Anbieter mit kleinem Anteil).²²⁹⁾ Für Sondermaschinen und bestimmte Einzweckmaschinen könnte von einem teiloligopolistisch beschränkten Nachfrageoligopol²²⁸⁾ gesprochen werden (wenige Anbieter mit großem Anteil und viele mit kleinem Anteil - wenige Nachfrager mit mittlerem Anteil).

Eine exakte Ableitung des preispolitischen Verhaltens der Partner ist jedoch hier nicht beabsichtigt, noch erscheint sie überhaupt im zweiten Falle möglich, da sich vom Standpunkt der Wirtschaftstheorie - selbst unter der strittigen²³⁰⁾ Annahme, daß von der Marktform auf das Verhalten der Partner geschlossen werden könnte - keine eindeutig gesetzmäßigen Aussagen über das Verhalten der Partner auf dem Sondermaschinenmarkt machen lassen.²³¹⁾ Allgemein kann nur im Hinblick auf die Praxis angenommen werden, daß sich die Anbieter konkurrenzgebunden verhalten, d.h. ihr Verhalten auf das der Konkurrenten und der Nachfrager abstimmen.

Die über die Nachfrage- und Angebotsstruktur gewonnenen Einsichten ermöglichen jedoch einige charakteristische Eigenheiten in den Beziehungen zwi-

228) Eucken, W., Grundsätze der Wirtschaftspolitik, Bern-Tübingen 1952, S. 22.

229) Vgl. Stackelberg, H.v., Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, 2. Aufl., Bern-Tübingen 1952, S. 234/235.

230) Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, 2. Teil, 4. Aufl., Tübingen 1956, S. 72.

231) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 2, a.a.O., S. 248.

schen Herstellern von spezialisierten Maschinen und ihren Abnehmern herauszustellen. Diese Beziehungen erhalten ihre Eigentümlichkeit durch die beschränkte Zahl der Nachfrager, ihre absolute Größe und ihr Größenverhältnis zum Anbieter.

Die geringe Zahl der Abnehmer muß zwangsweise zu einem häufigen Kontakt des Herstellers mit dem gleichen Abnehmer führen. Infolge des Größenverhältnisses zwischen Hersteller und Abnehmer ist der Abnehmer in der Lage, einen oder mehrere Hersteller für sich allein zu beschäftigen - etwa mit Rücksicht auf eine möglichst hohe Einheitlichkeit der Maschinen, aber auch im Hinblick auf eine enge Bindung mit vergrößerten Einflußmöglichkeiten auf den Hersteller. Das unterschiedliche Größenverhältnis bedingt auch, daß die ausgetauschten Objekte in ihrer finanziellen Bedeutung für den Anbieter von wesentlich größerer Bedeutung sind als für den Nachfrager.

Die absolute Größe des Abnehmers führt zu einer Reihe weiterer Eigenarten in den Beziehungen. Aufgrund seiner Größe ist er eventuell in der Lage, sich eine eigene Spezialmaschinenfertigung anzugliedern²³²⁾, was ein gewisses Druckmittel gegenüber dem Anbieter darstellt. Großbetriebe verlangen infolge der hohen Investitions- und Produktionsziffern eine exakte Planung.²³³⁾ Das bedeutet, daß sie meist fundiertere Vorstellungen über Leistungsfähigkeit, Preis und Liefertermin der Maschinen haben als etwa ein Kleinbetrieb, der eine Universalmaschine kauft.

2.33 Veränderte Beziehungen zum Abnehmer als Folge veränderter Absatzart

Die vorangegangenen Überlegungen haben erkennen lassen, daß die Rationalisierung z. T. auf eine enge Anpassung der Werkzeugmaschine an einen bestimmten Anwendungsfall zielt, wobei die enge Anpassung bedingt, daß zumeist nur eine einzige Maschine für den bestimmten Anwendungsfall benötigt wird. Da infolge der unendlich vielen Möglichkeiten von unterschiedlichen Bearbeitungsauf-

232) Vgl. z. B. die Firmen Renault, Henschel, Bosch und Pfaff.

233) Vgl. Hofmann, R., a. a. O., S. 28.

gaben dem Hersteller eine Einsicht darin, welche Anpassungsformen der Maschinen in der Zukunft benötigt werden, fehlt, kann er an bestimmte Aufgaben angepaßte Maschinen nur dann herstellen, wenn der bestimmte Anwendungsfall im voraus bekannt ist und sichergestellt ist, daß die entsprechende Maschine auch abzusetzen ist. Das bedeutet, daß vom Abnehmer schon vor der Herstellung der Maschine ein Auftrag zu erteilen ist. Damit wandeln sich die Werkzeugmaschinenhersteller von "marktorientierten" zu "auftragsorientierten" Betrieben.²³⁴⁾

Alle rationalisierten Werkzeugmaschinen sind infolge ihrer gestiegenen Kompliziertheit in weit höherem Maße "erklärungsbedürftig"²³⁵⁾ als die Universalmaschinen der Ausgangssituation. Über den so bedingten engeren Kontakt geht bei spezialisierten Maschinen die Zusammenarbeit jedoch weit hinaus. Die für den Anwendungsfall günstigste Lösung kann nur in einem engen Zusammenwirken von Abnehmer und Hersteller gefunden werden, bei dem die Produktionserfahrungen des einen mit den Konstruktionserfahrungen des andern verbunden werden.

Während der Auftragsausführung sind Abnehmer und Hersteller durch ihre Interessen zwangsläufig eng verbunden: Für den Hersteller wäre der Verlust des Abnehmers gleichbedeutend mit dem völligen Verlust jeder Absatzmöglichkeit der Maschine. Für den Abnehmer würde eine Nichterfüllung des Auftrages, abgesehen von finanziellen Verlusten, einen Zeitverlust bei der Beschaffung seiner Betriebsmittel bedeuten, entsprechend der schon auf den Auftrag verwendeten Zeit und den Lieferfristen anderer Hersteller.

Da die endgültige Aufgabenformulierung in der Hand des Auftraggebers liegt, beeinflußt dieser über die Aufgabenstellung das Unternehmen des Herstellers, so daß der Werkzeugmaschinenbau "in seinen konstruktiven und organisatorischen Entschlüssen weitestgehend von den Entscheidungen des Kunden abhängig geworden ist."²³⁶⁾

Die gegenseitige Abhängigkeit von Abnehmer und Hersteller infolge der Auftragsfertigung ist selbstverständlich nicht bei allen rationalisierten

234) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 131.

235) Koch, W., Grundlagen und Technik des Vertriebes, Bd. 1, Berlin 1950, S. 80.

236) Knorr, M., a.a.O., S. 634.

Werkzeugmaschinen gleich; sie hängt in ihrer Stärke im wesentlichen vom Umfang des Objektes und vom auftragsgebundenen Anteil der Maschine ab. Vergleicht man z.B. die Abhängigkeit während der Fertigung bei Transferstraßen und Universalmaschinen, so zeigt sich: Transferstraßen erfordern infolge ihres Umfanges einen verhältnismäßig langen Zeitraum der Auftragsausführung, womit die Wahrscheinlichkeit einer nachträglichen Korrektur der Aufgabenstellung zunimmt; Änderungen können dabei den Gesamtaufbau der Maschine betreffen. Dagegen ist der Zeitraum der Auftragsausführung bei Universalmaschinen geringer; Sonderwünsche können eventuell in der letzten Phase der Produktion realisiert werden und umfassen einen geringen Anteil der Maschine.

Unterschiede zwischen auftragsorientierter und marktorientierter Produktion werden zum Teil durch die Hochkonjunktur der vergangenen Jahre verwischt, die dazu führt, daß infolge langer Lieferfristen auch für auftragsunabhängige Maschinen bereits Aufträge vor Beginn der Produktion erteilt sind.²³⁷⁾

Es wurde dargelegt, in welcher Weise veränderte Marktstruktur und veränderte Absatzart bei den rationalisierten Maschinen zu engeren Beziehungen zwischen Hersteller und Abnehmer führen. Inwieweit die engeren Beziehungen eventuell einseitige Abhängigkeiten bedingen, hängt von der jeweiligen Marktposition der einzelnen Partner ab, für die weniger die Art der ausgetauschten Produkte als vielmehr die konjunkturabhängige Angebot-Nachfrage-Relation entscheidend ist.

Zusammenfassung zu Abschnitt 2

In den vorangegangenen Ausführungen wurden die prinzipiellen Faktoren, durch die die Veränderungen in der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers beim Bau rationalisierter Maschinen verursacht werden, darge-

237) Vgl. hierzu die Übersicht der Lieferzeiten im Werkzeugmaschinenbau 1961 bei Leitner, H., In Erwartung neuer Marktpulse, in: Werkstatt und Betrieb, 96. Jg., 1963, H. 4, S. 202, Zahlentafel 2.

stellt. Im einzelnen handelte es sich um die Haupteinflußfaktoren: veränderter Aufbau des Produktes, erhöhte Differenzierung der Produkte, veränderte Marktsituation. Es wurde die graduelle Differenzierung einzelner Faktoren in Abhängigkeit von den verschiedenen rationalisierten Maschinenarten herausgestellt; für praktische Untersuchungen wurden charakteristische Gruppen gebildet. Weiterhin zeigte sich, daß neben der Eigenart der rationalisierten Werkzeugmaschinen betriebsindividuelle Größen, vor allem Vereinheitlichung, Programmbreite, Produktionsvolumen, Intensität von Planung und Organisation, Streben nach Individualisierung des Marktes und die Relation von Angebot und Nachfrage, für die Ausprägung der Einflußfaktoren, besonders der Differenzierung der Produkte, bestimmend sind. Während diese Größen für die deduktive Behandlung keine Rolle spielen, da sie gedanklich eliminiert werden können, ist ihre Kenntnis für die Interpretation empirischer Ergebnisse unbedingt notwendig.

Die Haupteinflußfaktoren bilden die Grundlage für die weitere Untersuchung; aus ihnen können die Veränderungen innerhalb der Unternehmung beim Übergang zum Bau rationalisierter Maschinen erschlossen werden bzw. die Unterschiede, die zwischen Unternehmungen mit Universalmaschinenbau und solchen mit der Produktion von rationalisierten Maschinen bestehen. Im folgenden soll der Einfachheit halber nur von "Veränderungen" gesprochen werden.

3. Die Veränderung der Aufgaben

=====

3.0 Vorbemerkung

Um eine Aufgabenänderung in der Unternehmung als Folge des Baus rationalisierter Maschinen feststellen zu können, müssen die Aufgaben durch bestimmte Merkmale gekennzeichnet werden. Hierzu erscheinen unter den möglichen Merkmalen²³⁸⁾ "Inhalt" und "Menge" für die weitere Untersuchung besonders geeignet. Die Aufgabe ist inhaltlich (qualitativ) gekennzeichnet durch einen Verrichtungsvorgang (geistiger oder körperlicher Art), der als durchzuführender Arbeitsprozeß erscheint²³⁹⁾. Die Aufgabe wird mengenmäßig (quantitativ) gekennzeichnet durch den Umfang der zu ihrer Erfüllung zu leistenden Arbeitsmenge. Mit diesen Merkmalen wird es möglich, die wesentlichen Aufgabenänderungen in der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers zu erfassen.

Aufgabenhalt und Aufgabenmenge werden bestimmt durch das Objekt, auf das die auszuführende Tätigkeit gerichtet ist (wobei dieses Objekt eine Person oder eine Sache sein kann); der Aufgabenhalt wird etwa bestimmt durch technologische Eigenarten des Objektes, die Aufgabenmenge durch die Zahl der Objekte.

Im vorangegangenen Abschnitt 2 wurden die für die Unternehmung relevanten veränderten Objekteigenschaften (Einflußfaktoren) gekennzeichnet. Es kann somit abgeleitet werden, in welcher Weise diese veränderten Objekteigenschaften bzw. Einflußfaktoren zu veränderten Aufgaben in der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers führen. Grundsätzlich kann eine qualitative Veränderung der Hauptaufgaben auf zweierlei Weise erfolgen:

1. Es können neuartige Teilaufgaben auftreten.
2. Der Verrichtungsvorgang schon bestehender Teilaufgaben kann in seinem Schwierigkeitsgrad geändert werden.

238) Kosiol, E., Organisation der Unternehmung, Wiesbaden 1962, S. 43.

239) Ebd.

Eine quantitative Veränderung der Hauptaufgaben kann sich ergeben aus dem Hinzutreten neuer Teilaufgaben und aus einer Veränderung des zur Erfüllung bestimmter Teilaufgaben nötigen Arbeitsquantums. Die Stärke der Veränderungen wird bestimmt durch die graduelle Differenzierung der Einflußfaktoren.

Teilaufgaben dispositiver Art werden im folgenden Abschnitt nicht behandelt (sie sollen unter Abschnitt 4 berücksichtigt werden), so daß sich die folgenden Darlegungen nur auf die Teilaufgaben beziehen, die objektbezogene Arbeitsleistungen erfordern.²⁴⁰⁾ Die verschiedenen Aufgaben sollen mit einem dem Grad und der Bedeutung ihrer Veränderung entsprechenden Gewicht behandelt werden. Die Finanzierungsaufgabe, für die sich weniger charakteristische Veränderungen als Folge der Rationalisierung eindeutig nachweisen lassen, und die Verwaltungsaufgabe, bei deren veränderten Teilaufgaben (z. B. Rechnungswesen) der Anfall der operativen Tätigkeiten relativ gering ist, bleiben daher unberücksichtigt. Untersucht werden entsprechend ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge bei der Aufgabenerfüllung diese Hauptaufgaben.²⁴¹⁾

1. Absatz,
2. Gestaltung,
3. Materialbereitstellung,
4. Arbeitsvorbereitung,
5. Fertigung.

Gemäß den vorangegangenen Überlegungen soll jede der Aufgabe nach folgendem Gedankengang analysiert werden:

1. Allgemeine Charakterisierung der Hauptaufgabe.
2. Erfüllungsbedingungen der Aufgabe (die Erfüllungsbedingungen²⁴²⁾ werden gebildet durch die Haupteinflußfaktoren in ihrer für die jeweilige Aufgabe spezifischen Ausprägung).
3. Qualitative Veränderung der Aufgabe.
4. Quantitative Veränderung der Aufgabe.

240) Zur Unterscheidung von dispositiven und objektbezogenen Arbeitsleistungen s. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 3.

241) Die Reihenfolge gilt für auftragsorientierte Unternehmungen, zu denen ein großer Teil der Werkzeugmaschinenhersteller zu rechnen ist.

242) Kosiol, E., Organisation, a. a. O., S. 44.

3.1 Die Absatzaufgabe

3.11 Allgemeine Kennzeichnung und veränderte Erfüllungsbedingungen der Aufgabe

Die Absatzaufgabe besteht in der marktlichen Verwertung der betrieblichen Sach- und Dienstleistungen.^{243) 244)} In der Absatzaufgabe sind mit eingeschlossen Maßnahmen, "die auf eine möglichst günstige Gestaltung der Verkaufstätigkeit und der Verkaufsverhältnisse eines Unternehmens gerichtet sind"²⁴⁵⁾. Im Hinblick auf spezielle Untersuchungen²⁴⁶⁾ sollen jedoch in dieser Arbeit Absatzmethoden, Preispolitik, Produktgestaltung (im Sinne einer Verkaufsförderung) und Werbung von der Behandlung ausgeschlossen werden.

Die Analyse beschränkt sich dementsprechend auf die Behandlung folgender Teilaufgaben:²⁴⁷⁾

1. Absatzanbahnung,
2. Absatzdurchführung,
3. Erhaltung der Absatzbeziehungen.

Als veränderte Erfüllungsbedingungen der Absatzaufgabe werden relevant die erhöhte Kompliziertheit der Maschinen und ihre größere funktionelle Verschiedenheit. Am stärksten müssen sich auf die Absatzaufgaben die veränderten Beziehungen zum Abnehmer auswirken und hierbei besonders die

243) Gutenberg, E., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1958, S. 22.

244) Vgl. Sandig, C., Absatz - Umsatz - Vertrieb - Verkauf, in: Betriebswirtschaft, 36. Jg., 1943, H. 1/2, S. 6-8.

245) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 2, a.a.O., S. 2.

246) Pfeiffer, W., Absatzpolitik auf dem Gebiet der Fabrikation von Sondermaschinen, Diss. Köln 1963.

247) Vgl. Schäfer, E., Die Unternehmung, a.a.O., S. 172.

Tatsache, daß eine Einigung über das auszutauschende Produkt mit dem Abnehmer schon vor seiner Produktion herbeigeführt werden muß.

3.12 Qualitative Veränderungen der Aufgaben

Als Folge der veränderten Absatzart werden die Teilaufgaben Absatzanbahnung und Absatzdurchführung in ihrem Inhalt wesentlich verändert. Sie sollen daher näher analysiert werden.

3.121 Absatzanbahnung

Bei der Absatzanbahnung haben Anfragen und Angebote zum Ziel, das zwischen Hersteller und Abnehmer auszutauschende Produkt hinsichtlich seiner technischen Eigenart und seiner Lieferbedingungen (Preis, Liefertermin) eindeutig zu definieren. Bei Universalmaschinen richtet sich die Anfrage des Abnehmers auf eine Maschine, von der schon Exemplare gebaut worden sind. Infolgedessen kann sich der potentielle Abnehmer bei der Präzisierung seiner Wünsche auf Prospekte und Kataloge des Herstellers stützen und das in Frage kommende Objekt durch Baumerkmale, Typenbezeichnung, Leistung usw. eindeutig kennzeichnen. Diese Möglichkeit besteht bei auftragsgebundenen rationalisierten Maschinen nur in den seltenen Fällen, wenn von einem Abnehmer eine bestimmte Maschine zum wiederholten Male bestellt wird. Im allgemeinen ist eine nähere Kennzeichnung der gewünschten Maschine nur durch ihren Verwendungszweck möglich. Zu dieser Kennzeichnung gehört etwa: Werkstück oder Werkstückzeichnung; Angaben über den Zustand des Rohwerkstückes und über seine Spanneigenschaften; Beschreibung der Bearbeitungsaufgabe; gewünschte Leistung der Maschine (z. B. Taktzeit); Maschinenausnutzungsfaktor; Platzbedarf, erwarteter Preis und Liefertermin.

Die Tatsache, daß die Anfrage sich nicht auf ein konkret vorliegendes

Objekt beziehen kann, sondern durch eine Reihe abstrakter Daten das noch zu bauende Objekt kennzeichnen muß, bedeutet gesteigerte Anforderungen bei der Anfragenbearbeitung. An die Stelle der äußeren Kenntnis von Maschinentypen muß ein Verständnis der inneren Wirkungsweise der angefragten Maschinenart treten, verbunden mit dem Wissen um die Produktionsmöglichkeiten des eigenen Unternehmens. Daneben wird ein größeres Maß an Einfühlungsvermögen in die Wünsche des Abnehmers erforderlich, wenn die kennzeichnenden Daten nicht vollständig und exakt sind.

Die Daten werden aus verschiedenen Gründen vom Abnehmer nicht vollständig und exakt angegeben:

- 1) Werden beim Abnehmer erstmalig etwa Sondermaschinen eingesetzt, so bedeutet dies für ihn in vielen Fällen einen Verfahrenswechsel; er ist sich aber über die Bedingungen des neuen Verfahrens nicht im klaren und kennt damit auch nicht die Daten der einzusetzenden Maschinen.
- 2) Auch wenn der Abnehmer bereits dem Verfahren nach vergleichbare Maschinen benutzt, ist er meist nicht in der Lage, alle der notwendigen Daten zu nennen, da zwischen den kennzeichnenden Daten eine gegenseitige Abhängigkeit besteht, die erst bei der Konstruktion sichtbar wird. So können etwa Taktzeit und Art des Werkstückes angegeben werden, während Preisvorstellung und Platzbedarf zunächst offen bleiben. Ausnahmen hierzu ergeben sich, wenn die Bearbeitungsaufgabe der neuen Maschine große Ähnlichkeit zu Bearbeitungsaufgaben bereits vorhandener Maschinen aufweist.
- 3) Infolge langer Lieferzeiten und großer Planungszeiträume erfolgen Anfragen häufig zu einem Zeitpunkt, an dem die endgültige Werkstückform noch gar nicht genau festliegt. Damit können auch die entsprechenden Daten nicht fixiert werden.
- 4) Es werden bewußt Angaben etwa über Preisvorstellung oder Taktzeit nicht gemacht, um bei Anfragen an mehrere Anbieter eine optimale Lösung zu erhalten.

Damit reichen die in der Anfrage des Abnehmers enthaltenen Daten nicht aus, um das Objekt in ausreichender Weise für einen Verkaufsabschluß zu kennzeichnen. Hinzu kommt, daß in den meisten Fällen der Abnehmer

auch am Aufbau und Arbeitsablauf der Maschine interessiert ist: am Aufbau aus dem Bestreben, Maschinen mit möglichst einheitlichen Teilaggregaten (Motore, Steuerungen usw.) zu besitzen; am Arbeitsablauf, da er hierzu eigene Erfahrungen hat, deren Verwertung ihm wichtig ist. Aufbau und Arbeitsablauf können sich jedoch erst bei der Konstruktion ergeben.

Um zu einer eindeutigen Definierung des auszutauschenden Objektes zu gelangen, muß daher ein Angebot²⁴⁸⁾ ausgearbeitet werden, das auf einer konstruktiven Durcharbeitung der vom Abnehmer gestellten Aufgabe beruht.

Der Umfang der auftragsgebundenen rationalisierten Maschinen läßt ihre konstruktive Durcharbeitung bis ins Detail für das Angebot nicht zu. Es kann zunächst lediglich der Bearbeitungsablauf am Werkstück und der Gesamtaufbau der Maschine festgelegt werden. Dabei dienen die Konstruktionen bereits gefertigter ähnlicher Maschinen als Unterlage. Die besondere Schwierigkeit der Projektierung beruht darauf, daß ohne eine ins einzelne gehende Durchkonstruktion die Maschine doch soweit konstruktiv bestimmt werden muß, daß bei der späteren Detailkonstruktion Änderungen des Gesamtaufbaus möglichst vermieden werden. Die Gefahr solcher Änderungen nimmt in dem Maße ab, wie der Anteil schon konstruierter Elemente an der Maschine steigt; d. h. sie hängt ab vom Grade der nachfolgenden Differenzierung. Die Projektierung des Maschinenaufbaus ist eine Aufgabe mit stark technischem Charakter; auf ihren Inhalt und die mit ihrer Erfüllung verbundenen Schwierigkeiten wird bei Behandlung der Konstruktionsaufgabe eingegangen werden.

Neben der konstruktiven Planung der Maschine stellt die Ermittlung des Angebotspreises eine weitere wichtige Teilaufgabe dar. Die Angebotspreisbildung muß auf der Grundlage nachkalkulierter Selbstkosten bereits gebauter Maschinen erfolgen. Rationalisierte Maschinen wie etwa Sondermaschinen sind hinsichtlich ihres Aufbaus zu differenziert, als daß mit genügender Sicherheit von einer Maschine dieser Art etwa über das Gewicht auf die Selbstkosten der projektierten Maschine geschlossen werden könnte. Vielmehr müssen zumin-

248) Das Angebot hat etwa zu enthalten: Arbeitspläne mit Zerspanungsdaten; eine Zusammenbauzeichnung; die Stückliste der Baueinheiten; die verbale Beschreibung der Maschine; die verbale Beschreibung des Arbeitsablaufes; Preis und Liefertermin.

dest die wesentlichen Bauteile einzeln vorkalkuliert werden. Soweit es sich um Baueinheiten und Baugruppen handelt, die in vorangegangenen Maschinen bereits verwendet wurden, liegen für diese Elemente verhältnismäßig sichere Selbstkostenwerte aus der Nachkalkulation vor.²⁴⁹⁾ Bei zu beziehenden Bauelementen können die Unterlagen des Einkaufs hinzugezogen werden. Die Selbstkosten neu zu fertigender Bauelemente müssen aufgrund von Vergleichen mit ähnlichen schon kalkulierten Bauelementen gefunden werden. Während über einen Vergleich formähnlicher Bauelemente die Fertigungskosten noch verhältnismäßig sicher zu schätzen sind, kann bei der Festlegung der Konstruktionskosten die äußere Form nur unzureichender Anhaltspunkte bieten. Schätzungen werden besonders da risikoreich, wo das gleiche umfangreiche Bauelement in großer Zahl vorkommt (etwa Werkstückträger bei Transferstraßen), da in diesem Fall geringe Schätzfehler beim einzelnen Element zu einem großen Fehler bei der Gesamtheit der Elemente führen müssen. Die Unsicherheit²⁵⁰⁾ in den vorkalkulierten Selbstkosten kann nur in bestimmten Grenzen durch Sicherheitszuschläge beim Endpreis berücksichtigt werden, da mit steigendem Angebotspreis selbstverständlich die Absatzchancen gegenüber den übrigen Anbietern fallen. Die Wahrscheinlichkeit, daß die bei der Vorkalkulation ermittelten Selbstkosten mit den tatsächlichen übereinstimmen, wächst in dem Maße, wie sich der Anteil schon kalkulierter Elemente in der Maschine erhöht; d.h. sie steigt mit abnehmender nachfolgender Differenzierung.

249) Zum Zurückgehen auf gleiche Einzelelemente bei den individuellen Endprodukten der Einzelfertigung s.: Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung und Vorbereitungsgrad, in: ZfhF, NF, 15. Jg., 1963, H. 10, S. 491; Ebbert, F., Kostenrechnung und kostenorientierte Preisbildung bei langfristiger Einzelfertigung, Diss. Tübingen 1953, S. 93 ff. u. S. 134 ff.; Pallek, A., Die produktionsmäßige Planung und Abrechnung nach "Baugruppen" bei der langfristigen Fertigung, in: Der Industriebetrieb, 6. Jg., 1958, S. 257.

250) Vgl. Mellerowicz, K., Kosten und Kostenrechnung II: Verfahren, 2. Teil, 2. und 3. Aufl., Berlin 1958, S. 117.

Die Kalkulation von Bauelementen über einen Vergleich ähnlicher Elemente ist nicht möglich ohne eine eingehende Kenntnis der Konstruktions- und Fertigungsbedingungen, die für die zu vergleichenden Bauteile wirksam sind.

Liefertermine können grob angegeben werden aufgrund der Unterlagen der Arbeitsvorbereitung.

Im Angebot werden die kennzeichnenden Merkmale der Maschine eindeutig fixiert. In einer Reihe von Fällen ist die angebotene Maschine hinsichtlich bestimmter Daten nachträglich zu ändern, und zwar aus folgenden Gründen:

- 1) Der Abnehmer ist nicht mit der technischen Lösung des Angebotes einverstanden, etwa weil es nicht bestimmte eigene Betriebserfahrungen berücksichtigt oder weil dem Abnehmer aus Konkurrenzangeboten im Detail bessere technische Lösungen bekannt gegeben worden sind.
- 2) Der Abnehmer akzeptiert nicht die bei der Projektierung gefundenen kennzeichnenden Daten der Maschine und verlangt die Änderung einer Größe eventuell zugunsten einer anderen (z. B. : längere Taktzeit bei niedrigerem Preis, kürzerer Liefertermin bei höherem Preis).
- 3) Aufgrund des Angebotes wird vom Abnehmer überhaupt die Aufgabenstellung geändert, etwa durch eine fertigungsgerechtere Gestaltung des Werkstückes.

3.122 Der Angebotserfolg

In vielen Fällen führt das Angebot überhaupt nicht zu einem Auftrag, da dem Abnehmer Konkurrenzangebote günstiger erscheinen. Auch beim Absatz von Universalmaschinen führt nur ein Teil der Angebote zum Auftrag; wegen der umfangreichen Angebotsarbeit hat aber der "Angebotserfolg"²⁵¹⁾, d.h. das Verhältnis: Zahl der Aufträge / Zahl der Angebote bei auftragsgebundenen rationalisierten Maschinen besondere Bedeutung. Die nachfolgende Tab. 17 zeigt den Angebotserfolg für verschiedene Maschinenarten im Durchschnitt

251) Antoine, H., Kennzahlen, Richtzahlen, Planungszahlen, 2. Aufl., Wiesbaden 1958, S. 129.

über 12 Jahre innerhalb einer Unternehmung mit über 500 Beschäftigten.

Tab. 17:²⁵²⁾ Der durchschnittliche Angebotserfolg für bestimmte Maschinenarten

Maschinenart	$\frac{\text{Zahl der Aufträge}}{\text{Zahl der Angebote}}$ (%)
1. Einzweckmaschinen bestimmter Gattung	20
2. Transferstraßen	15,8
3. Schalttischmaschinen	15,3
4. Mehrwegemaschinen	12
5. Rationalisierte Universalmaschinenart	11,8

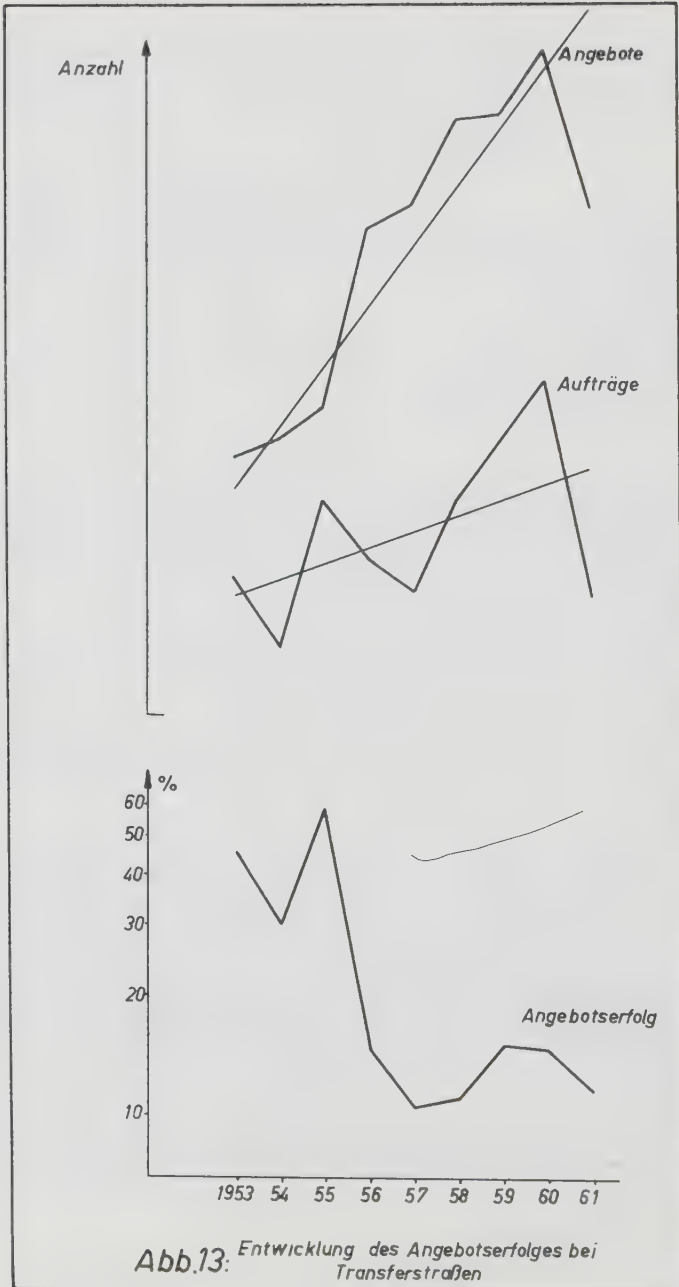
Die folgenden Abb. 13²⁵³⁾ und Abb. 14 zeigen die zeitabhängige Entwicklung des Angebotserfolges bei Transferstraßen und Mehrwegemaschinen innerhalb der gleichen Unternehmung.

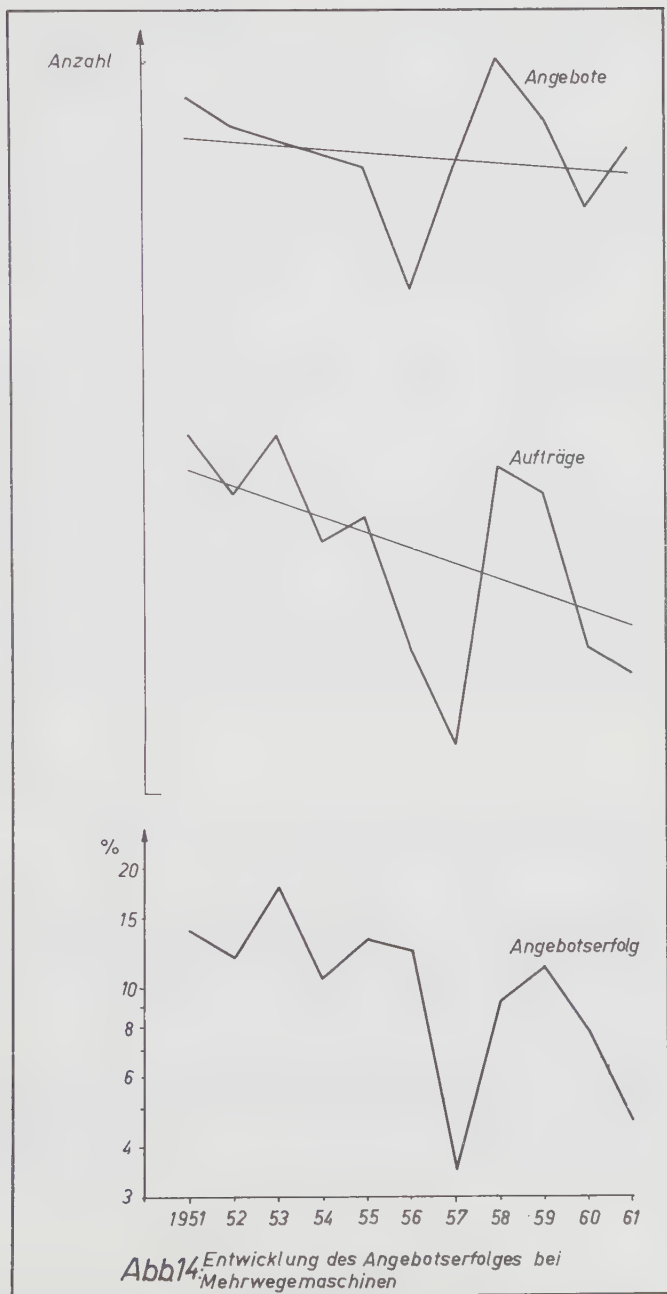
Für beide Maschinenarten ist die Zahl der Angebote, die Zahl der Aufträge und der Angebotserfolg (in %) über die Jahre 1951 (1953) bis 1961 aufgetragen. Zur besseren Darstellung der relativen Steigerung der einzelnen Werte ist auf der Ordinate eine logarithmische Teilung gewählt. In die Angebots- und Auftragskurve sind die Trendgeraden eingetragen (ermittelt nach der Methode der kleinsten Quadrate).

Die Trendgeraden lassen bei Transferstraßen eine Steigerung der Angebots- und Auftragszahl im Zeitablauf erkennen entsprechend einer Ausweitung des Transferstraßengeschäftes im betreffenden Unternehmen. Allerdings steigt die Trendgerade der Angebotskurve stärker als die der Auftragskurve; Mit zunehmender Zahl von Konkurrenzunternehmen sinkt der Angebotserfolg (vgl. Kurve). Die Angebotserfolgskurve läßt den hohen Angebotserfolg bei Einführung der Transferstraßen in den ersten Jahren erkennen.

252) Untersuchung des Verfassers: Auszählung der Gesamtzahl von Angeboten und Aufträgen für einzelne Maschinenarten für die Jahre 1953 - 1961.

253) Vgl. Anmerkung 252.





Bei Mehrwegemaschinen zeigt sich eine ähnliche Entwicklung. Zwar nehmen hier die Zahl der Angebote und Aufträge trendmäßig ab; jedoch nimmt die Zahl der Aufträge stärker ab als die Zahl der Angebote (vgl. Trendgeraden), so daß sich auch hier eine abfallende Angebotserfolgskurve ergibt (vgl. Kurve). Die Auftragskurven lassen eine deutliche Abhängigkeit von der Konjunktur mit einem Konjunkturtal 1957 erkennen; ein Vergleich mit der Angebotskurve zeigt, daß in Zeiten gedämpfter Konjunktur die Aufträge wesentlich stärker zurückgehen als die Zahl der Angebote, was z. T. aus einer bewußt intensivierten Angebotstätigkeit des Herstellers in Zeiten von Absatzrückgängen zu erklären ist.

Der Angebotserfolg wird wesentlich bestimmt von den Kaufgewohnheiten des Abnehmers (Zahl der eingeholten Angebote) und der Marktstellung der einzelnen Unternehmung.²⁵⁴⁾ Der letztere Faktor bedingt, daß die obigen Ergebnisse im strengen Sinne nur eine Aussage über den Angebotserfolg in der untersuchten Unternehmung erlauben. Da die betrachtete Unternehmung sich im Sondermaschinenbau in ihrer Marktstellung nicht deutlich von den übrigen maßgebenden Unternehmungen (d. h. denjenigen Unternehmungen, die insgesamt ungefähr 70 % des Gesamtumsatzes tätigen) unterscheidet, ist jedoch anzunehmen, daß in anderen Unternehmen ein ähnlicher Angebotserfolg vorliegt. Ebenso dürften sich bei den übrigen Sondermaschinenherstellern die Auswirkungen der Konjunktur und der zunehmenden Konkurrenz auf dem Sondermaschinenmarkt in ähnlicher Weise ausgewirkt haben.

3.123 Die Absatzdurchführung

Nach der Auftragserteilung unterliegt die im Auftrag fixierte Aufgabenstellung weiteren Änderungen, die vom Hersteller und vom Abnehmer ausgehen. Änderungen können erforderlich werden bei der Detailkonstruktion, der Montage und dem Probelauf der Maschine. Bei den oft langen Zeitspannen zwischen

254) Vgl. hierzu den unterschiedlichen Angebotserfolg bei den verschiedenen Maschinenarten in Tab. 17, der z. T. auf eine unterschiedliche Wettbewerbsfähigkeit einzelner Maschinenarten zurückzuführen ist.

Auftragserteilung und Inbetriebnahme der Maschine können auch beim Abnehmer Veränderungen eintreten, die diesen zu einer Änderung der Aufgabenstellung veranlassen, etwa zur Änderung des Werkstückes oder der Taktzeit.

Hieraus ergibt sich beim Absatz die zusätzliche Teilaufgabe, die Verwirklichung der jeweiligen Änderungen in den entsprechenden Aufgabebereichen einzuleiten und zu überwachen. Ihre Schwierigkeit besteht allgemein darin, daß sie eine Fülle von Kontakten mit verschiedenen Personen verlangt, wobei die Kontakte verschiedenste Einzeltatsachen zum Inhalt haben. Da diese Aufgabe normalerweise neben der Anfragen- und Angebotsbearbeitung zu erfüllen ist, führt sie mit dem ihr eigenen diskontinuierlichen Arbeitsanfall zu häufigen Unterbrechungen von Arbeitsvorgängen der anderen Aufgaben.

3.13 Die quantitative Veränderung der Aufgabe

Bei der Bearbeitung von Anfragen ist die Arbeitsmenge im Vergleich zum Universalmaschinenbau gewachsen, da die Ungenauigkeit und Unvollständigkeit der Anfragen eine gesteigerte Zahl von Rückfragen (telefonisch, brieflich, persönlich) erforderlich macht.

Die entscheidende Vergrößerung der Arbeitsmenge ergibt sich aus der Notwendigkeit, bei jeder Anfrage ein neues Angebot ausarbeiten zu müssen. Das hierzu erforderliche Arbeitsquantum ist wesentlich von der Eigenart der angebotenen Maschine abhängig. Mit dem Umfang, der Kompliziertheit und dem Anteil der auftragsabhängigen Konstruktion der Maschine wächst auch die für das Angebot zu leistende Arbeit. Während sich bei Drehautomaten die Angebotsausarbeitung auf die Ausrüstung der Maschine beschränken kann, umfaßt sie bei Sondermaschinen die gesamte Maschine. Dementsprechend schwankt der Zeitaufwand zur Ausführung eines Angebotes zwischen einigen Stunden für kleine Maschinen mit geringen Veränderungen bis zu durchschnittlich 100 Stunden²⁵⁵⁾ bei Transferstraßen. Die Abb. 15

255) Firmeninformation.

zeigt die durchschnittlichen (geschätzten) Bearbeitungszeiten für Angebote verschiedener Maschinenarten.²⁵⁶⁾

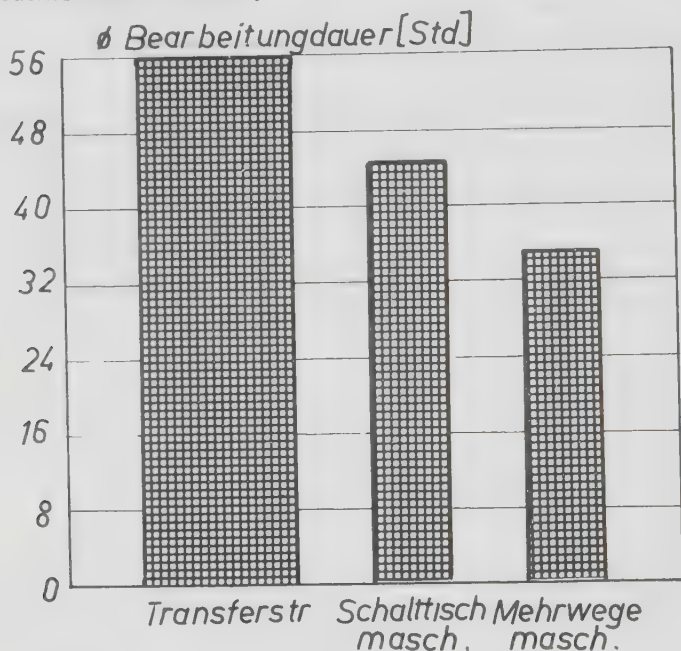


Abb. 15;²⁵⁷⁾ Bearbeitungsdauer für Angebote

In jedem Fall ist der Aufwand wesentlich größer als bei Angeboten für Universalmaschinen, bei denen Vordrucke und Prospekte verwendet werden können. Schließlich ergibt sich eine Erhöhung der Arbeitsmenge bei

²⁵⁶⁾ Eine exakte Angabe der durchschnittlichen Bearbeitungszeiten erscheint, abgesehen von den Schwierigkeiten, exakte Werte hierfür zu erfassen, nicht sinnvoll, da sie starken Schwankungen je nach der einzelnen Maschine unterliegen. Die grob geschätzten Werte dürften jedoch ausreichen, um eine quantitative Vorstellung von dem besonders hohen Arbeitsanfall an Transferstraßen zu vermitteln. Da diese Größen vor allem durch die Eigenart der Maschinen bestimmt sind, sind sie weitgehend frei von betriebsindividuellen Einflüssen.

²⁵⁷⁾ Zusammenstellung des Verfassers nach Firmeninformation.

der Angebotsausarbeitung daraus, daß für einen einzigen Auftrag häufig mehrere Angebote auszuarbeiten sind.

Der nach der Auftragserteilung zwischen Abnehmer und den verschiedenen Bereichen des Unternehmens aufrechtzuerhaltende Kontakt in Form von Verhandlungen, Mitteilungen, Rücksprachen usw. stellt eine Aufgabe dar, die bei der Produktion von Universalmaschinen der Ausgangssituation nicht anfällt. Damit vergrößert sich die Arbeitsmenge um das zur Erfüllung dieser Aufgaben nötige Arbeitsquantum.

Die hohe Erklärungsbedürftigkeit der rationalisierten Maschine verlangt eingehende Bedienungsanleitungen für jede Maschine, die ggf. bei Lieferungen ins Ausland zu übersetzen sind. Während die damit verbundenen Arbeiten bei Universalmaschinen für jede Type einmalig anfallen, sind sie bei jeder rationalisierten Maschine zu wiederholen. Im Kundendienst vergrößert sich der Arbeitsanfall dadurch, daß als Folge der erhöhten Kompliziertheit der rationalisierten Maschinen Änderungen und Reparaturen seltener vom Maschinenbenutzer selbst ausgeführt werden. Bei der Ersatzteilbereitstellung erfordert das Suchen der entsprechenden Teilpositionen infolge der Differenzierung der Maschinen wesentlich mehr Zeitaufwand als bei Universalmaschinen, bei denen wegen der geringeren Zahl verschiedener Teile Ersatzteilpositionen eventuell schon gedächtnismäßig gemerkt werden können.

3.2 Die Gestaltungsaufgabe

Unter dem Oberbegriff Gestaltungsaufgabe sollen zusammengefaßt betrachtet werden die Aufgaben der Erzeugnisforschung, der Konstruktion und der Normung. Es sei zunächst die Aufgabe der Konstruktion behandelt.

3.21 Kennzeichnung und veränderte Erfüllungsbedingungen der Konstruktionsaufgabe

Bei der Konstruktion findet die eigentliche Gestaltung des Produktes statt. Die oberste Richtlinie, nach der die Gestaltung der Werkzeugmaschine erfolgt, ist gegeben durch den technischen Zweck²⁵⁸⁾, den die Maschine erfüllen soll. Die Freiheit der Gestaltung wird jedoch eingeschränkt durch technische und wirtschaftliche Bedingungen. Die technischen Bedingungen verlangen die Verwendung bestimmter Normen und die Berücksichtigung der durch die Fertigung und Montage gegebenen besonderen Herstellungsmöglichkeiten. Wirtschaftliche Bedingungen erfordern, bei der Auswahl der verwendeten sachlichen Mittel (Werkstoffe, Halbfabrikate usw.) wirtschaftliche Gesichtspunkte mit einzubeziehen; weiterhin sind die Teile im Hinblick auf eine möglichst wirtschaftliche Fertigung und Montage zu konstruieren; schließlich ist der Aufwand, der mit der Konstruktionsarbeit verbunden ist, zu berücksichtigen.

Als veränderte Erfüllungsbedingungen ergeben sich der veränderte Aufbau der Produkte, ihre erhöhte nachfolgende Differenzierung und die veränderte Aufgabenstellung, auf die hier näher einzugehen ist.

Während bei den Universalmaschinen die Ausgangsdaten für die Konstruktion gebildet werden von bestimmten, die zu konstruierende Maschine kennzeichnenden Größen (etwa Spanleistung, größte Drehlänge, größter Drehdurchmesser), sind bei der Konstruktion von werkstückabhängigen rationalisierten Maschinen etwa vorgegeben das zu bearbei-

258) Vgl. Arbeitskreis Dr. Krähe der Schmalenbach-Gesellschaft, Unternehmungsorganisation, 3. Aufl., Köln und Opladen, 1957, S. 61.

tende Werkstück, die Gesamtleistung der Maschine und der zeitliche Ausnutzungsgrad. Diese Daten können nicht wie diejenigen der Universalmaschine direkt zum Entwurf der Maschine verwendet werden. Die für die Konstruktion verbindliche Formulierung der Ausgangsdaten geht beim Bau von Universalmaschinen von der Geschäftsleitung aus; bei rationalisierten Maschinen geht sie über den Absatzbereich vom einzelnen Abnehmer aus.

3.22 Die qualitative Veränderung der Konstruktionsaufgabe

Es sei zunächst untersucht, inwieweit sich neuartige und veränderte Teilaufgaben bei der Konstruktion ergeben. Sodann soll betrachtet werden, inwieweit gesteigerte Anforderungen mit der Aufgabenerfüllung verbunden sind, wobei die gesteigerten Anforderungen nach ihren jeweiligen Ursachen gegliedert werden.

3.221 Neuartige und veränderte Teilaufgaben

Neuartige Aufgaben ergeben sich aus dem veränderten Aufbau des Produktes.

Zum Kriterium der Neuartigkeit einer Aufgabe soll der Begriff "Vorbereitungsgrad" dienen, der nach Ellinger²⁵⁹⁾ "immaterielle und materielle Vorbereitungen bestimmter Höhe" kennzeichnet. Dieses Kriterium gestattet die Neuartigkeit der Aufgaben von vornherein im Hinblick auf ihre Auswirkungen herauszustellen: Als neuartige Teilaufgabe werden diejenigen Teilaufgaben angesehen, zu deren erstmaliger Erfüllung kein oder ein sehr geringer Vorbereitungsgrad vorlag. Es sind die Teilaufgaben: Gestaltung des Bearbeitungsablaufes für ein bestimmtes Werkstück, Gestaltung der Steuerung,

259) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 485;
s. auch Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 70.

Gestaltung der Werkstückhandhabung, die Gestaltung von Nebenfunktionen und die Gestaltung des funktionellen Gesamtablaufes,

Die Gründe, die zur Kennzeichnung dieser einzelnen Teilaufgaben als neuartig führen, seien noch näher erläutert. Die Gestaltung des Bearbeitungsablaufes und der Werkstückhandhabung sind Aufgaben, die vom Werkzeugmaschinenhersteller schon immer für die eigene Fertigung zu bewältigen waren. Die Eigenart des Arbeitsablaufes bei rationalisierten Maschinen erfordert aber eine derartige Behandlung dieser Aufgaben, daß die in der eigenen Werkstattpraxis und Vorrichtungskonstruktion gewonnenen Erfahrungen nur einen geringen "allgemeinen Vorbereitungsgrad" "immaterieller Art"²⁶⁰⁾ hierfür darstellen. Für die Gestaltung elektrischer und hydraulischer Steuerungen fehlte ein allgemeiner immaterieller Vorbereitungsgrad, da hierbei vorher im Werkzeugmaschinenbau nicht relevante physikalische und technische Gebiete ausschlaggebend sind. Ebenso bestand kein Vorbereitungsgrad für die Lösung der Probleme, die mit dem Zusammenbau von mehreren Einzelmaschinen zu einer Anlage verbunden sind.

Eine Veränderung der konstruktiven Aufgaben entsteht aus der erhöhten Genauigkeit und Leistung der rationalisierten Maschinen sowie aus dem Bauprinzip der Zerlegung der Maschine in Baueinheiten.

3.222 Gesteigerte Anforderungen aus der veränderten Aufgabenstellung

Die für die Konstruktion erforderlichen Daten ergeben sich bei den zur Bearbeitung eines Werkstückes bestimmten Maschinen als Enddaten bei der Lösung des Bearbeitungsproblems. Zur Gestaltung des Bearbeitungsvorganges sind die notwendigen verschiedenen Bearbeitungsarten zu überlegen; es ist dann der gesamte Bearbeitungsprozeß in der Weise zu zerlegen, daß alle Arbeitsgänge von gleicher Dauer (Taktzeit) bzw. ganzzahlige Vielfache

260) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 485 unterscheidet einen "allgemeinen Vorbereitungsgrad", der "ohne besondere Umstellung für die Durchführung der verschiedensten Arbeiten geeignet" ist, und einen "speziellen Vorbereitungsgrad", der "ausschließlich auf die Fertigung einer einzigen Produktart ausgerichtet" ist.

einer Zeiteinheit sind. Neben den Schwierigkeiten, die die Zerlegung des Bearbeitungsvorganges in gleiche Zeiteinheiten mit sich bringt und auf die wegen ihres überwiegend technischen Charakters nicht näher eingegangen werden soll, entstehen die hier interessierenden besonderen Probleme daraus, daß die Festlegung der Einzeloperationen bestimmend ist für den konstruktiven Gesamtaufbau der Maschine. Damit sind schon bei der Gestaltung des Bearbeitungsprozesses als zusätzliche Randbedingungen die möglichen Auswirkungen auf die Maschinenkonstruktion mit zu berücksichtigen; etwa hinsichtlich der technischen Realisierbarkeit, der Wirtschaftlichkeit des maschinellen Aufwandes, der Verwendbarkeit schon vorhandener Bauelemente und des Platzbedarfs der gesamten Anlage. Diese Auswirkungen werden zum Teil aber erst bei der Konstruktion der eigentlichen Maschine ersichtlich. Somit erfordert die Gestaltung ein schwieriges, iteratives Vorgehen, bei dem die Daten des Bearbeitungsprozesses zunächst zur Konstruktion des Maschinenaufbaus benutzt werden und bei dem die sich hierbei ergebenden Daten zur Neuplanung des Bearbeitungsprozesses dienen usw. Diese gegenseitige Abhängigkeit von Gestaltung des Bearbeitungsprozesses und der Maschinenkonstruktion tritt dann besonders zutage, wenn keine bestimmte Taktzeit und keine besonderen konstruktiven Bedingungen vorgegeben sind und die Aufgabenstellung eine optimale Lösung fordert zwischen kürzester Taktzeit und minimalen Maschinenkosten.

Im Gegensatz zu den Sondermaschinen liegt bei den Mehrspindelautomaten z. B. die Grundmaschine von vornherein fest, und die entsprechenden konstruktiven Überlegungen vereinfachen sich, da sie sich nur auf die Ausrüstung der Maschine zu beziehen haben.

Die vorangegangenen Ausführungen lassen erkennen, daß bei der Konstruktion rationalisierter Maschinen ggf. von den Aufgabenträgern neben der Fähigkeit, den funktionellen und maschinellen Aufbau der Maschine zu gestalten, die Fähigkeit benötigt wird, die Bearbeitung des Werkstücks zu planen.

3.223 Gesteigerte Anforderungen bei der grundsätzlichen Lösung des Bearbeitungsprozesses

Bei der Behandlung des automatisierten Regelvorganges unter 1.353 wurde darauf hingewiesen, daß man versucht, Maßabweichungen als Folge von Störgrößen bei automatisch arbeitenden Maschinen durch eine Störgrößen ausschließende Gestaltung der Maschine von vornherein zu vermeiden.²⁶¹⁾

Bei der Fertigung auf Universalmaschinen, bei der Maßabweichungen von Fall zu Fall korrigiert werden, ist eine Kenntnis der Fehlerquellen, die zur Maßabweichung geführt haben, nicht erforderlich; es werden lediglich die Folgen der Störgrößen nach der Anschauung behoben. Demgegenüber ist eine Vermeidung von Störgrößen nur möglich, wenn die eigentlichen Fehlerquellen gefunden werden. Die besondere Schwierigkeit für die Konstruktion ergibt sich daraus, daß die grundsätzlichen Fehlerursachen erkannt werden müssen, daß alle potentiellen Ursachen²⁶²⁾ berücksichtigt werden müssen und daß diese Ursachen vorausschauend noch vor Inbetriebnahme der Maschine gefunden werden müssen.

3.224 Erschwerte Erfahrungsbildung

Für die Gestaltung der Werkzeugmaschinen gibt es keine auf Naturgesetzen beruhende geschlossene Theorie; damit gibt es auch kein System von Gleichungen, mit deren Hilfe von bestimmten gegebenen Daten ausgehend die Werkzeugmaschine in ihrer Gesamtheit berechnet werden könnte. Aus die-

261) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 114.
Krüger, G., Mechanisierung, in: HDSW, Hrsg. Beckerrath, E.v. u.a., 7. Bd., Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1961, a.a.O., S. 266, die die ein-für-alles-malige Festlegung von Handlungsabläufen in der zweckmäßigsten Form als Charakteristikum der Mechanisierung (im Sinne dieser Arbeit der "Automatisierung") hervorheben.

262) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren..., a.a.O., S. 163.

sem Grunde kommt der Empirie eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Werkzeugmaschine zu.

Hier nun wirkt sich die nachfolgende Differenzierung der rationalisierten Maschinen besonders negativ aus. Bei Universalmaschinen, die mit hohen Stückzahlen in vielen Betrieben arbeiten - auch im Betrieb des Werkzeugmaschinenherstellers -, kann eine Fülle von Erfahrungen gesammelt und eventuell statistisch ausgewertet werden, die wesentliche, spezifizierte Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung bieten. Zwar liegt auch bei rationalisierten Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung - sogar bei erstmaliger Fertigung - ein geringer allgemeiner immaterieller Vorbereitungsgrad in Form von Konstruktions- und Entwicklungserfahrungen vor,²⁶³⁾ 264) er reicht aber nicht aus, um bei der Konstruktion mögliche Störgrößen im Arbeitsablauf der Maschine von vornherein grundsätzlich zu eliminieren. Die hierzu nötigen Erfahrungen können auch kaum in Versuchen gewonnen werden, die vor Beginn der Konstruktion durchgeführt werden, da sich die etwa bei der Fertigung auf einer Transferstraße vorliegenden Bedingungen kaum in einem Modell verwirklichen lassen und der Bau eines Prototyps, wie bei Universalmaschinen, aus wirtschaftlichen Gründen unmöglich ist.

3.225 Gesteigerte Anforderungen aus der veränderten technischen Eigenart der Maschinen

Die erhöhte Genauigkeit und Leistung der Maschinen erfordert eine Gestaltung der Bauelemente nach Gesichtspunkten, die sich nicht wie bisher vorwiegend aus der anschaulichen Erfahrung ergeben, sondern die z. T. schwierige theoretische Überlegungen und Berechnungen erfordern.²⁶⁵⁾

263) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 71.

264) Vgl. auch den Anteil der Altteile bei einer erstmalig gefertigten „Transferstraße, Abb. 6, S. 108.

265) Dies gilt etwa für die Beherrschung größer gewordener Massenkkräfte, für die Bestimmung von Temperatureinflüssen und für die Berücksichtigung des Schwingungsverhaltens der Maschinen.

Vor allem die Automatisierung führt dazu, daß neben die Mechanik als theoretischer Grundlage weitere physikalische Gebiete treten, wie die Elektrotechnik, Strömungslehre und in gewissem Maße auch die Wärmelehre. Diese neuen Grundlagengebiete weisen zu den ursprünglichen wesensmäßige Unterschiede auf, die sich allgemein in einem höheren Abstraktionsgrad ausdrücken,

Hinzu kommt, daß sich die bei der Werkzeugmaschinenkonstruktion auftretenden Probleme nicht innerhalb eines einzigen dieser Gebiete lösen lassen. Als Beispiel kann die Festlegung des Funktionsablaufes bei Transferstraßen dienen, bei dem die Bewegungsabläufe der einzelnen Einheiten nur im Hinblick auf die Steuermöglichkeiten geplant werden können. Dagegen können die Schaltpläne für die Steuerung nur entworfen werden, wenn die Bewegung der Bearbeitungseinheiten, Transport und Spannmittel und ihre besonderen Betriebsbedingungen bekannt sind, wobei eine über den reinen Bewegungsablauf hinausgehende Kenntnis der einzelnen Arbeitsvorgänge erforderlich ist.

Dementsprechend müssen auch spezialisierte Arbeiter zumindest die Grundtatsachen der benachbarten Gebiete kennen, da nur dann die aus Nachbargebieten stammenden Bedingungen verstanden werden können.

3.226 Erschwerungen infolge von Abnehmereinflüssen

Eingriffe des Abnehmers in laufende Konstruktionsarbeiten in Form von Änderungswünschen unterbrechen den kontinuierlichen Arbeitsablauf und erschweren damit die Tätigkeit in der Konstruktion. Sonderwünsche des Abnehmers für bestimmte fremd zu beziehende Einbauteile (z. B. elektrische Steuerungsteile)²⁶⁶⁾ vermehren die Fülle der zu verwendenden verschiedenartigen technischen Mittel. Sie machen eine Übersicht und eine genaue Kenntnis der technischen Mittel schwieriger.

266) Knorr, M., a. a. O., S. 634.

3,227 Das veränderte Leistungsergebnis

Die vorstehend aufgeführten Erschwerungen der Konstruktionsaufgabe führen dazu, daß die als Leistungsergebnis bei der Erfüllung der Aufgabe anfallenden Konstruktionszeichnungen nicht in jedem Fall eine einwandfreie mechanische Bearbeitung der Einzelteile und Montage der Maschine ermöglichen. Sie gewährleisten auch nicht, daß die Maschine bei Inbetriebnahme den Arbeitsprozeß in der vorgesehenen Weise ausübt.

3,23 Quantitative Veränderung der Konstruktionsaufgabe

Neuartige und veränderte Konstruktionsteilaufgaben, die erhöhte nachfolgende Differenzierung der Maschinen und der Einfluß des Abnehmers auf die Konstruktionsarbeit in Form von Sonder- und nachträglichen Änderungswünschen beeinflussen entscheidend den mengenmäßigen Anfall der Konstruktionsarbeiten.

Das Hinzukommen neuartiger Teilaufgaben bedeutet, daß die Konstruktionsarbeit vermehrt wird um die mit der Erfüllung der neuartigen Aufgaben verbundenen Arbeitsvorgänge. Um wieviel die Konstruktionsarbeit durch zusätzliche Aufgaben wächst, ist allgemein nicht anzugeben, da dieser Anteil stark von der Eigenart der rationalisierten Maschinen bestimmt ist. Die Abb. 16 zeigt für Transferstraßen und Mehrwegemaschinen den prozentualen Anteil folgender Aufgaben an der Gesamtkonstruktionszeit dieser Maschinen:

- M : Maschinenkonstruktion,
- V : Vorrichtungskonstruktion zur Werkstückhandhabung,
- ES : Konstruktion der elektrischen Steuerung,
- H : Konstruktion der hydraulischen Ausrüstung,
- W : Werkzeugkonstruktion,
- EA : Konstruktion der elektrischen Antriebe.

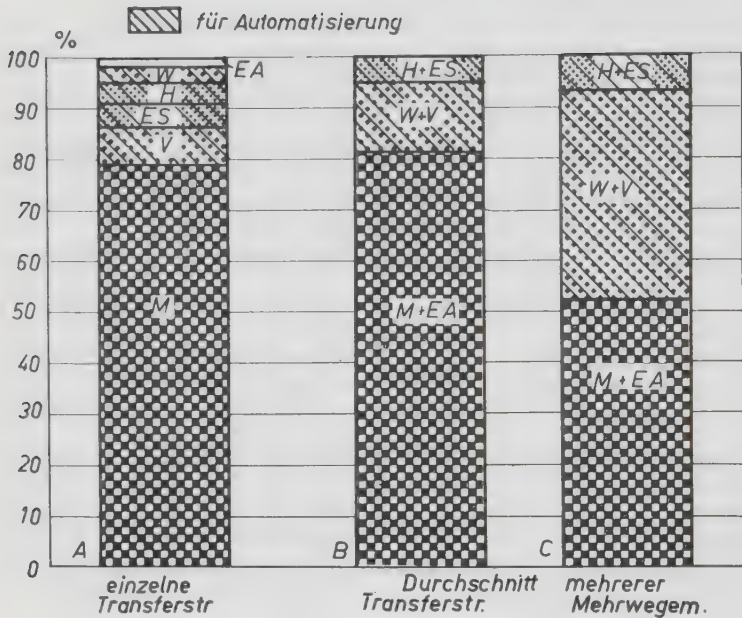


Abb. 16; ²⁶⁷⁾ Aufteilung der Konstruktionsstunden bei Sondermaschinen

Die prozentuale Aufteilung der Konstruktionsstunden auf die obigen Aufgaben wurde untersucht für:

- A : eine willkürlich ausgewählte Transferstraße,
- B : für die Gesamtheit von 45 Transferstraßen,
- C : für die Gesamtheit von 63 Mehrwegemaschinen.

In den Fällen B und C handelt es sich um die Gesamtzahl der innerhalb eines bestimmten Zeitraumes in einer Unternehmung gefertigten Maschinen.

Die Abb. 16 läßt erkennen, daß bei einzelnen Transferstraßen rd. 20 %, bei den Mehrwegemaschinen rd. 50 % zusätzlicher Konstruktionsarbeit anfallen

²⁶⁷⁾ Untersuchung des Verfassers.

für Automatisierung (Konstruktion von elektrischen und hydraulischen Steuerungen, Vorrichtungen und Werkzeugen). Der verhältnismäßig niedrige Anteil an Vorrichtungskonstruktion bei Transferstraßen im Vergleich zu Mehrwegemaschinen dürfte sich daraus erklären, daß bei Transferstraßen die einzelnen Stationen zwar verschieden, die Werkstücke aber gleich sind.

Für die Beurteilung dieser Beispiele ist zu berücksichtigen, daß eine exakte Aufteilung auf sachliche Schwierigkeiten stößt, da bestimmte konstruktive Tätigkeiten gleichzeitig in mehrere Aufgabenbereiche fallen. Zudem schwanken auch innerhalb der Maschinenarten die Anteile zwischen den einzelnen Maschinen. Da die Proportionierung der verschiedenen Konstruktionsarbeiten hauptsächlich durch die Art der Maschine und weniger durch betriebsindividuelle Faktoren beeinflusst wird und mit den obigen Maschinen eine Auswahl recht verschiedenartiger Transferstraßen und Mehrwegemaschinen erfaßt wurde, ist anzunehmen, daß die obigen Ergebnisse im großen und ganzen ein allgemeines Bild von dem Anteil zusätzlicher Konstruktionsarbeit als Folge der Automatisierung vermitteln.

Entscheidend für das in der Konstruktion zu leistende Arbeitsquantum ist die Tatsache, auf wieviele Maschinen der mit einer Konstruktion geschaffene Vorbereitungsgrad ausstrahlen kann. Ein hoher Anteil des von der Konstruktion geschaffenen Vorbereitungsgrades ist spezieller Art, d. h. auf die bestimmte Bearbeitungsaufgabe der Maschinen bezogen.²⁶⁸⁾ Verbunden mit der hohen nachfolgenden Differenzierung der Maschinen bedeutet dies, daß ständig neben dem allgemeinen aus vorangegangenen Konstruktionen schon vorhandenen Vorbereitungsgrad ein zusätzlicher Vorbereitungsgrad²⁶⁹⁾ aufzubauen ist, was sich als Vermehrung der Arbeit in der Konstruktion äußern muß. Schließlich führen vor allem die nachträglichen Änderungswünsche des Abnehmers zu einer Vermehrung der konstruktiven Arbeit, da sie die mehrmalige Durchführung gleicher Aufgaben erzwingen, wobei zu berücksichtigen ist, daß sich auf bestimmte Teile (oder Funktionen) der Maschine beziehende Änderungswünsche infolge der Komplexität der Werkzeugmaschinen auch zu Än-

268) Vgl. den Anteil von Alt- und Neuteilen in Transferstraßen, Abb. 6. S. 108.

269) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 485.

derungen von Teilen führen müssen, die mit diesen zusammenarbeiten.

Im allgemeinen ist anzunehmen, daß die nachfolgende Differenzierung vor den neuartigen Aufgaben und den Änderungswünschen des Abnehmers den stärksten Einfluß auf die Vermehrung der konstruktiven Tätigkeit ausübt. Im einzelnen hängt das Ausmaß, in dem im Vergleich zu den Verhältnissen beim Universalmaschinenbau der Ausgangssituation ein Anwachsen der konstruktiven Tätigkeit erfolgt, von der Größe der dieses Anwachsen verursachenden Faktoren ab; da diese Faktoren an die Eigenart der rationalisierten Maschinen gebunden sind (vgl. Abschnitt 2), ergibt sich ein differenziertes Anwachsen, je nachdem, welche Maschinen gebaut werden.

Bei Sondermaschinen treten alle neuartigen konstruktiven Aufgaben auf, der Grad der nachfolgenden Differenzierung ist besonders hoch, und die Einflüsse durch den Abnehmer werden bei ihnen voll wirksam. Damit kann bei Sondermaschinen mit dem stärksten Anwachsen der konstruktiven Arbeiten gerechnet werden. Dementsprechend vergrößert sich das Arbeitsquantum geringer bei den Maschinen, bei denen die Grundmaschine erhalten bleibt und nur die Ausrüstung neu zu konstruieren ist (z. B. Mehrspindelautomaten). Für die rationalisierten Universalmaschinen und alle übrigen Maschinen mit geringer nachfolgender Differenzierung ergibt sich eine Vermehrung der Arbeitsmenge aus den Erfordernissen der Automatisierung, der gesteigerten Genauigkeit und Leistung und aus der Berücksichtigung von Sonderwünschen. Bis auf die letzte Ursache handelt es sich hier jedoch um Einflüsse, die infolge der geringen nachfolgenden Differenzierung einmalig auftreten; damit ist die bei diesen Maschinen gegebene Vermehrung der konstruktiven Tätigkeit z. T. auf einen bestimmten Zeitraum beschränkt.

3,24 Die veränderte Aufgabe der Normung

Die Aufgabe der Normung zerfällt in zwei Teilaufgaben: Kontrolle der Einhaltung vorgeschriebener Normen und Ausarbeitung neuer Normen.²⁷⁰⁾

²⁷⁰⁾ Vgl. Kalveram, W., Industriebetriebslehre, a. a. O., S. 270.

Mit dem Anwachsen der Konstruktionsaufgaben steigt die Zahl der norm-zuprüfenden Zeichnungen und damit die zur Erfüllung der ersten Teilaufgabe nötige Arbeitsmenge. Hinsichtlich des Einflusses der rationalisierten Maschinen auf die Ausarbeitung neuer Normen ergeben sich zwei Wirkungen: Handelt es sich um neuartige rationalisierte Maschinen, so wird im allgemeinen zunächst die Normungsarbeit eingeschränkt, damit von den Konstrukteuren verschiedenartige Lösungen ausgearbeitet werden können. In diesem Stadium ist der Anfall der entsprechenden Normungsarbeiten gering. Erst nachdem eine Übersicht über verschiedene Lösungsmöglichkeiten eines konstruktiven Problems möglich ist, kann eine Normung einsetzen. Der Umfang dieser Arbeit entspricht dabei dem Variationsgrad der einzelnen Maschinen: Mit steigender Zahl verschiedener Teile steigen die Schwierigkeiten und das Quantum der für eine Normung bestimmter Teile zu leistenden Arbeiten. Damit lassen sich im allgemeinen zwei Abschnitte in der Veränderung der Normaufgaben durch die rationalisierten Maschinen erkennen:

- 1) ein im allgemeinen unbeeinflusstes Anfangsstadium,
- 2) eine Periode mit starkem Ansteigen der Normungsaufgaben.

3.25 Die veränderte Aufgabe der Erzeugnisforschung

"Aufgabe der Erzeugnisforschung ist die exakte Untersuchung der Grundlagen für die Weiterentwicklung des Erzeugnisses."²⁷¹⁾

Die Realisierung der unter Abschnitt 1 aufgeführten technischen Möglichkeiten zur Rationalisierung der Werkzeugmaschinen hat zur Voraussetzung umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Erhöhte Leistung und Genauigkeit verlangen, daß die technischen Möglichkeiten zur Beherrschung des Schwingungsverhaltens, der Steifigkeit und der Spielfreiheit im grundsätzlichen überlegt werden; sie verlangen auch ein genaues Studium der Spanungsbedingungen an bestimmten Maschinen. Die Anforderungen der Automatisierung haben zur Ent-

271) Arbeitskreis Dr. Krähe, ..., a. a. O., S. 60.

wicklung von hydraulischen Bauelementen geführt, die für Werkzeugmaschinen besonders geeignet sind. Schwachstromelemente aus der Fernmelde-technik, die zur Steuerung von Werkzeugmaschinen herangezogen wurden, mußten an die veränderten Betriebsbedingungen angepaßt werden.²⁷²⁾ Zur Automatisierung mußten aber auch die Maschinen an die Automatisierungseinrichtungen, die nur bei einem bestimmten Verhalten der Maschine erfolgreich arbeiten können, angepaßt werden. Die Mannigfaltigkeit der Steuerungsmöglichkeiten verlangte schließlich grundsätzliche Überlegungen und Versuche darüber, welche Möglichkeiten im Einzelfall verwendet werden sollten.

Diese Forschungsaufgaben wurden und werden neben den Technischen Hochschulen und den Zulieferern von den Werkzeugmaschinenherstellern selbst ausgeführt. Das bedeutet, daß bei ihnen infolge der Rationalisierung der Werkzeugmaschinen die für Forschungsaufgaben zu leistenden Arbeiten erheblich gestiegen sind. Diese Arbeiten sind von hohem Schwierigkeitsgrad; sie erfordern eine wissenschaftliche Durchdringung der Probleme.

3.3 Die Aufgabe der Materialwirtschaft

3.31 Allgemeine Kennzeichnung der Aufgaben

Als "Hauptaufgabe Materialwirtschaft" soll diejenige Aufgabe bezeichnet werden, die darauf abzielt, "für die betriebliche Produktion termingerecht die nach Art, Menge und Qualität erforderlichen Materialien unter optimalem Kapitaleinsatz und mit optimalen Kosten"²⁷³⁾ bereitzustellen. Bei den Materialien interessieren für diese Untersuchung nur die Fertigungsstoffe, d. h. diejenigen Materialien, "die die wesentlichen Bestandteile der Betriebserzeug-

272) Dürr, A. und Dautel, E., a.a.O., S. 3.

273) Grochla, E., Materialwirtschaft, Wiesbaden 1958, S. 16.

nisse bilden, und zwar unabhängig davon, ob sie bearbeitet wurden oder nicht.²⁷⁴⁾ Welche Materialien hierfür in Frage kommen, hängt z. T. von der Produktionstiefe ab. Im folgenden soll eine für den Werkzeugmaschinenbau als normal anzusehende Produktionstiefe angenommen werden. Die Aufgabe der Materialwirtschaft läßt sich zerlegen²⁷⁵⁾ ²⁷⁶⁾ in:

- 1) die nach außen gerichtete Teilaufgabe "Beschaffung",
- 2) die nach innen gerichtete Teilaufgabe "Lagerung".

3.32 Die veränderten Erfüllungsbedingungen

Die in Abschnitt 2 gefundenen prinzipiellen Einflußfaktoren ergeben einzeln und kombiniert in ihrer spezifischen Ausprägung die veränderten Erfüllungsbedingungen der Aufgaben Beschaffung und Lagerung.

3.321 Veränderte Materialeigenschaften

Vor allem als Folge der Automatisierung sind Materialien bereitzustellen, die sich in ihren für die Materialwirtschaft relevanten Eigenschaften von den bisher zu beschaffenden unterscheiden. Während es sich etwa bei Stahlsorten und Normteilen um durch Anschauung unmittelbar in ihrem Wesen erfaßbare Gegenstände handelt, ist ein Verständnis der Wirkungsweise von elektrischen Schaltelementen und Meßinstrumenten nicht durch bloße Anschauung zu gewinnen. Für die Lagerung spielt weiter eine Rolle, daß es sich bei diesen Materialien z. T. um empfindliche, mit Vorsicht zu handhabende Gebilde handelt.

274) Grochla, E., a.a.O., S. 10.

275) Vgl. Arbeitskreis Dr. Krähe ..., a.a.O., S. 45.

276) Vgl. Kalveram, W., a.a.O., S. 129.

3.322 Die erhöhte Zahl verschiedener Materialien

Der veränderte Aufbau des Produktes führt dazu, daß der Kreis der bisher bereitzustellenden Materialien erweitert wird. Es müssen nun zusätzlich beschafft werden: Werkzeuge, elektrische und hydraulische Bauteile und Aggregate, Meßinstrumente und Kontrollgeräte, Zentralschmiereinrichtungen, Fördereinrichtungen für Späne und Werkstücke. Die erhöhte Differenzierung der Produkte bedingt, daß auch die Zahl der verschiedenen bereitzustellenden Materialarten und Abmessungen steigt: z.B. die verschiedenen Abmessungen und Qualitäten bei Walzstahlerzeugnissen, die Zahl verschiedener Gußteile ²⁷⁷⁾, Normteile (Schrauben, Muttern usw.), Schilder und durch die Automatisierung erforderlich gewordene Materialien. Diese konstruktionsbedingte Zahl verschiedener Materialien wird noch weiter dadurch erhöht, daß vom Abnehmer Sonderwünsche geltend gemacht werden, wie etwa hinsichtlich der Fabrikate von Elektromotoren, Steuerungs-, Werkstückhandhabungs- und Spänefördermitteln. Dabei können das Streben nach Vereinheitlichung im eigenen Betrieb oder Präferenzen zu bestimmten Herstellern der obigen Aggregate die Ursachen für diese Sonderwünsche der Abnehmer sein.

Entsprechend der zweifachen Erscheinungsform der Differenzierung der Produkte wirkt sich die erhöhte Verschiedenheit der Materialien in zweierlei Weise aus: Als Folge der erhöhten gleichzeitigen Differenzierung der Produkte im Unternehmen wächst die Zahl der verschiedenen bereitzustellenden Standardmaterialien, d.h. derjenigen Materialien, die wiederholt benötigt werden; als Folge der erhöhten nachfolgenden Differenzierung der Produkte steigt die Zahl der verschiedenen "Spezialmaterialien"²⁷⁸⁾ an, d.h. derjenigen Materialien, die für den bestimmten Auftrag bereitzustellen sind. Erhöhte Verschiedenheit der Materialien bedeutet bei gleichem Produktionsvolumen und gleicher Lagerdauer eine Abnahme der Bestellmengen.

277) Eigene Gießereien sind im Werkzeugmaschinenbau verhältnismäßig selten.

278) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 153.

Bei den bezogenen Mitteln kann es sich handeln um Materialien, die vom Hersteller listenmäßig angeboten werden und um solche, die von ihm in Sonderausführung anzufertigen sind. Im allgemeinen sinkt mit den verkleinerten Bestellmengen die Möglichkeit, beim Lieferanten Sonderausführungen durchzusetzen. Für bestimmte auftragsbezogene Materialien, wie Guß, Spezialwerkzeuge und Meßmittel sind diese Sonderausführungen aber konstruktionsbedingt und daher nicht zu entbehren. Damit werden die Auswirkungen des Baus rationalisierter Maschinen z. T. an vorgelagerte Unternehmen weitergegeben. "Je stärker die Automatisierung in bestimmte Produktionen eindringt, desto vielfältiger werden die Ansprüche und Sonderwünsche an die Meßwerkzeugindustrie. Sie ist gezwungen, immer neue Modelle herauszubringen und immer neue Lösungen für Meßprobleme zu entwickeln." 279)

Einen quantitativen Nachweis für die vermehrte Zahl von erstmalig zu beschaffenden Teilen, die vom Hersteller listenmäßig angeboten werden, bei der Produktion von Sondermaschinen gibt Tab. 18. Sie zeigt für ein Unternehmen mit 43 % Sondermaschinenbau (Anteil an den Gesamtselbstkosten) - Rest vorwiegend Universalmaschinen - den auf die Sondermaschinen entfallenden Anteil an Spezialbestellungen innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes.

Tab. 18:280) Spezialbestellung bei Sonder- und Universalmaschinen

Materialart	Zahl der Bestellungen	
	Gesamtzahl	davon für Sondermasch. %
1. Werkstoffe	10	3 30
2. Normteile	131	108 82
3. Einbauteile (Kugellager usw.)	138	104 75
4. Starkstromteile und -aggregate	134	98 73

279) Mahr, F. C., Anzeige, in: Automatisierung, 6. Jg., 1961, H. 5, S. 34.

280) Untersuchung des Verfassers.

Die Tabelle zeigt, daß bei den Spezialbestellungen für Werkstoffe, deren absolute Zahl gering ist, der höhere Anteil auf Universalmaschinen entfällt. Sie zeigt weiter, daß bei den übrigen erstmalig zu bestellenden Materialien ein wesentlich höherer Anteil auf die Sondermaschinen entfällt, im Durchschnitt 77 % - bei einem Produktionsanteil der Sondermaschinen von 43 %. Da die Spezialbestellungen für Sondermaschinen und Universalmaschinen im gleichen Zeitraum innerhalb der gleichen Unternehmung verglichen wurden und somit unternehmensindividuelle Einflüsse weitgehend eliminiert sind, ist anzunehmen, daß sich in den obigen Werten die unterschiedlichen Auswirkungen des Baus von Sonder- und Universalmaschinen spiegeln.

Die vermehrte Zahl verschiedener bereitzustellender Materialien bedeutet eine vermehrte Zahl verschiedener Lagermaterialien, und zwar der zur Produktion bereitzuhaltenden Spezialmaterialien und der ständig am Lager zu führenden Standardmaterialien. Dabei wird die Zahl der verschiedenen lagerhaltigen Standardmaterialien beeinflusst von der Art der Materialbereitstellung: d. h. von der Entscheidung, wie weit auch selten sich wiederholende Materialien lagerhaltig gemacht oder bei Bedarf bestellt werden sollten,²⁸¹⁾ Ein Beispiel für die Erhöhung der lagerhaltigen Teile beim Bau von Sonder- und Einzweckmaschinen zeigt die folgende Tab. 19; sie soll gleichzeitig eine Vorstellung von der Gesamtzahl der überhaupt im Werkzeugmaschinenbau benötigten verschiedenen lagerhaltigen Teile geben. Es wird aufgeführt die jeweilige Zahl der verschiedenen lagerhaltigen Teile bei einem Ansteigen des Anteils von Sonder- und Einzweckmaschinen von 11 % auf 43 % am Gesamtprogramm (Anteil an den Gesamtselbstkosten - Rest vorwiegend Universalmaschinen) im Laufe von 10 Jahren.

Da die Vergleichsjahre sich lediglich durch einen erhöhten Anteil des Sondermaschinenbaus, nicht aber durch einen vollständigen Übergang vom Universalmaschinenbau zum Sondermaschinenbau unterscheiden und zudem prinzipiell die Möglichkeit nicht auszuschließen ist, daß die erhöhte Zahl verschiedener Lagerteile auf veränderte Konstruktionsgewohnheiten und veränderte Lagerpolitik (Lagerhaltungsmachung von selten gebrauchten Teilen) zurückzuführen ist, kann die erhöhte Zahl der Teile nicht streng auf die Eigenart des Sondermaschinenbaus zurückgeführt werden. Jedoch sprechen für eine solche Abhängigkeit einmal die vorangegangenen allgemeinen Überlegungen, zum

281) Vgl. Grochla, E., a. a. O., S. 21/22/23.

Tab. 19:²⁸²⁾ Zahl der verschiedenen lagernden Teile in Abhängigkeit vom Anteil der Sondermaschinenproduktion an der Gesamtproduktion

Materialart	Anteil der Sondermasch. am Gesamtprogramm	
	11 %	43 %
1. Lager-Normteile		
Schrauben	348	700
Paßfedern	118	160
Stifte	160	200
Ringe	156	360
Muttern	80	200
Hydr. Zubehör		
Pumpen, Rohre,		
Ventile, Nippel,		
Schläuche	800	1 480
Griffe, Hebel	30	s. 2. unter Sonstiges
Manometer	40	
Kuppl., Gelenke	45	120
Keilriemen	120	120
Deckel, Bleche	120	40
Gleitbahnsch.	30	30
Federn	700	600
	2 747	4 010
2. Lager-Einbauteile		
Elektro-Mat.		
Starkstrom	700	1 170
Schilder	1 014	3 700
Wälzlager	468	936
Dichtungen	320	830
Sonstiges		
Getriebe, Spannelem.	140	420
	2 642	7 056
3. Lager-Schwachstrom-teile	-	700
Gesamtzahl	5 389	11 766

andern lassen sich zumindest einzelne stark vermehrte Teilearten klar als Automatisierungsbedarf erkennen, wie etwa Hydraulikzubehör und Elektromaterial für Schwachstromsteuerungen.

3.323 Veränderte zeitliche Erfüllungsbedingungen

Die Beschaffung auftragsabhängiger Materialien kann erst dann erfolgen, wenn diese Materialien von der Konstruktion festgelegt worden sind. Schließt die Fertigung der Maschine direkt an die Beendigung der Konstruktionsarbeiten an, so läßt sich ein Bereitstellungszeitraum für die zuerst in der Fertigung benötigten Gußteile nur erzielen, wenn diese zuerst konstruiert werden.²⁸²⁾ Ihr Bereitstellungszeitraum ist dann gleich der Zeitspanne von ihrer konstruktiven Fertigstellung bis zur konstruktiven Fertigstellung der Gesamtmaschine; er beträgt bei Transferstraßen etwa 2 - 3 Monate. Für die in der Montage benötigten Materialien ergibt sich als Bereitstellungszeitraum - direkter Anschluß der Fertigung an die Beendigung der Gesamtkonstruktion vorausgesetzt - die Spanne von der Beendigung der Gesamtkonstruktion bis zum Beginn der Montagearbeiten, die entsprechend verlängert wird, wenn das Teil erst gegen Ende der Montage benötigt wird (bei Transferstraßen etwa 3 Monate).

Diese Tatsache bedeutet zunächst, daß bei den auftragsabhängigen Materialien der rationalisierten Maschinen die Länge des Beschaffungszeitraumes nach oben durch die Eigenart der Maschine selbst (Durchlaufzeit in Konstruktion und Fertigung) begrenzt wird, während bei den auftragsunabhängigen Materialien der nichtrationalisierten Maschinen die obere Grenze des Beschaffungszeitraumes von der dispositiven Entscheidung des Unternehmens abhängig ist. Wie die Praxis zeigt, liegt die bei freier Disposition gesetzte obere Grenze des Beschaffungszeitraumes normalerweise weit über der, die durch die Eigenart rationalisierter Maschinen bestimmt wird. Zum Beispiel wird bei freier Disposition Guß 1 - 1 1/2 Jahre im voraus bestellt; bei Sondermaschinen bleiben hierfür lediglich 2 - 3 Monate. Somit ergeben sich für einen bestimmten

282) Zusammenstellung des Verfassers aufgrund von Unterlagen aus der körperlichen Inventur der Lagerbestände zur Erstellung der Jahresbilanz.

283) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 119.

Anteil von Materialien (in dem Maße, wie Materialien auftragsabhängig sind) bei rationalisierten Maschinen wesentlich kürzere Bereitstellungszeiträume als bei vergleichbaren Materialarten der Universalmaschinen. Allerdings wird dieser Unterschied dann abgeschwächt, wenn etwa die Fertigung einen Engpaßfaktor darstellt und zwischen Beendigung der Konstruktion und Beginn der Fertigung ein zeitlicher Zwischenraum liegt.

Der Bedarf für die verschiedenen rationalisierten Maschinen an bestimmten Materialien ist unterschiedlich. Das bedeutet, daß der Bedarf für sich wiederholende Materialarten in unperiodischen Intervallen auftritt. Dagegen läßt sich im Falle des Baues von Maschinen mit kleinem Variationsgrad für eine Reihe von Materialien ein periodischer Verbrauch feststellen.

Da sich die Fertigung und Montage von einer Reihe von rationalisierten Maschinen (z. B. Transferstraßen) über einen langen Zeitraum erstreckt, ist nur schwer vorherzusehen, zu welchem exakten Zeitpunkt bestimmte bezogene Materialien benötigt werden.

Die veränderten zeitlichen Erfüllungsbedingungen beim Bau rationalisierter Maschinen sind also gekennzeichnet durch verkürzte Bereitstellungszeiträume, durch eine verringerte Zahl periodisch benötigter Materialien und durch eine verschlechterte Fixierbarkeit des zeitlichen Einsatzes der bezogenen Materialien.

3.324 Veränderte Bedarfsbereiche

Die Einkaufsaktionen werden ausgelöst durch Bedarfsmeldungen, in denen die zu beschaffenden Materialien nach Art, Quantität und Qualität gekennzeichnet sind. Die erstmalige Festlegung der einzelnen Materialien nach Art und Qualität erfolgt durch die Konstruktion.

Bei geringer nachfolgender Differenzierung der Produkte können alle benötigten Materialien lagerhaltig gemacht werden; im Lager kann der Bedarf entsprechend dem Verbrauch festgestellt und dem Einkauf bekannt gegeben werden. Damit stellt das Lager für den Fall geringer nachfolgender Differen-

zierung der Produkte den wesentlichen Bedarfsbereich dar.²⁸⁴⁾

Mit wachsender nachfolgender Differenzierung der Produkte treten im steigenden Maße die Konstruktion bzw. die Arbeitsvorbereitung als zusätzliche Bedarfsbereiche hinzu.²⁸⁵⁾ Als weiterer Bedarfsbereich erscheint schließlich der Abnehmer selbst, dessen Interesse sich nicht nur auf die fertige Gesamtmaschine erstreckt, sondern auch auf einzelne zu beziehende Materialien.

3.325 Veränderte Beeinflußbarkeit der Bedarfsmeldungen

Beim Universalmaschinenbau der Ausgangssituation liegen normalerweise einmal ausgestellte Bedarfsmeldungen hinsichtlich Art, Qualität und Quantität der zu beziehenden Materialien unveränderbar fest. Bei rationalisierten Maschinen ergeben sich hier Änderungen aus zwei Gründen:

- 1) Da verschiedene Materialien noch vor Abschluß der Gesamtkonstruktion zur Bestellung gelangen, werden diese Materialien später von notwendig werdenden konstruktiven Änderungen mitbetroffen.
- 2) Auch bezogene Materialien können von Änderungswünschen des Abnehmers berührt werden.

3.326 Veränderungen hinsichtlich der Lieferer

Es sind zwei verändernde Einflüsse festzustellen: Eine Erhöhung der Zahl verschiedener Lieferer und eine engere Bindung an bestimmte Lieferer.

Da es sich bei den neu hinzugekommenen Materialien z. T. um Waren handelt, die von den schon vorhandenen Lieferern nicht geführt werden,

284) Vgl. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. 1, a. a. O., S. 363.

285) Ebd.

muß sich die Zahl der Lieferer erweitern. Sie vergrößert sich auch eventuell dadurch, daß Aufträge, die für den Lieferer kundenabhängige Sonderausführungen darstellen, nicht immer innerhalb der gegebenen Termine bei einem einzigen Lieferer untergebracht werden können.

Andererseits erfordert die Eigenart der Sonderausführungen bei bezogenen Materialien in ähnlicher Weise wie zwischen Abnehmer und Werkzeugmaschinenhersteller ein enges Zusammenarbeiten auch zwischen Werkzeugmaschinenhersteller und Lieferer. Diese Zusammenarbeit kann um so besser sein, je öfter mit dem gleichen Lieferer zusammengearbeitet wird, d.h. je kleiner die Zahl der Lieferer gehalten wird.

Beide Einflüsse werden verstärkt durch von der Art der gebauten Maschinen unabhängige, in jedem Fall in der Beschaffung vorhandene Tendenzen. Die Wahrnehmung der günstigsten Einkaufsbedingungen am Markt (hinsichtlich Preis, Termin usw.) verlangt die Wahl des Lieferanten mit dem jeweils günstigsten Angebot; hierdurch muß sich die Zahl der Lieferanten erhöhen. Das Streben, einen eigenen wirksamen Einfluß auf die Einkaufsbedingungen auszuüben, führt dazu, möglichst viel bei dem gleichen Lieferer zu kaufen, wodurch die Zahl der Lieferanten verkleinert wird. Hinzu kommen Präferenzen für bestimmte Lieferer, etwa aus Gründen der Tradition oder der räumlichen Nähe, die ebenfalls im Sinne einer Verminderung der Zahl der Lieferer wirken.²⁸⁶⁾

Ausschlaggebend erscheint im allgemeinen das Streben nach einer beschränkten Zahl von Lieferanten, so daß die von den rationalisierten Maschinen ausgehenden Einflüsse im Sinne einer Vermehrung der Zahl der Lieferer hiervon z. T. überdeckt werden.

3.33 Qualitative Veränderung der Beschaffungs- und Lageraufgabe

Soweit bei der Erfüllung der Aufgaben der Materialwirtschaft dispositive Tätigkeiten anfallen, werden diese entsprechend der Vorbemerkung 3.0 von der

²⁸⁶⁾ Vgl. Kalveram, W., Industriebetriebslehre, a.a.O., S. 162 f.

folgenden Betrachtung ausgeklammert. Da die Aufgaben der Beschaffung und Lagerung in ihren grundsätzlichen Verrichtungsvorgängen nicht verändert werden, kann auf eine vollständige Darstellung des Aufgabeninhaltes²⁸⁷⁾ verzichtet werden. Es genügt, die Vorgänge herauszustellen, die von Veränderungen betroffen werden.

Die verkürzten Beschaffungszeiträume machen die rechtzeitige Bereitstellung der Materialien schwieriger. Es genügt nicht mehr, die Liefertermine routinemäßig zu überwachen, vielmehr muß eine Reihe von Materialien hinsichtlich ihrer terminlichen Anlieferung individuell kontrolliert werden. Ständig neu auftretende Materialien und ihre große Kompliziertheit verhindern eine vergleichende Warenbetrachtung aufgrund von Erfahrungen, eine Einsicht in die Wirkungsweise der Aggregate und damit eine Beurteilung ihrer Preiswürdigkeit und Brauchbarkeit. In einigen Fällen kann ein Einblick in die Eignung bestimmter Materialien nur auf dem Wege schwieriger Versuche gewonnen werden. Oft ist nicht nur eine eingehende Kenntnis der zu beziehenden Materialien erforderlich, sondern auch eine Einsicht in ihre Wirkungsweise innerhalb der Maschine, d. h. es wird auch eine genaue Kenntnis der Gesamtmaschine nötig. Bei der Lageraufgabe bedingt die erhöhte Kompliziertheit bestimmter Materialien, daß ihre Eingangsprüfung schwieriger wird. So erfordern etwa die bezogenen Werkzeuge komplizierte, besonders genaue Messungen, für die ggf. besondere Hilfsmittel zu konstruieren sind. Ähnlich komplizierte Eingangsprüfungen müssen für bestimmte Einbauteile, wie etwa Wälzlager mit erhöhter Genauigkeit²⁸⁸⁾, vorgenommen werden.

Bei der Führung der Lagerfachkartei erschweren "tote" Karten, die infolge einmalig auftretender Materialien entstehen, die Übersicht. Im Lager selbst bedeutet eine vermehrte Zahl verschiedener Materialien ebenfalls eine verschlechterte Übersicht. Die Empfindlichkeit einzelner Materialien gegen Stoß und Korrosion verlangt eine besondere Sorgfalt der Handhabung und des Aufbewahrens.

287) Zum Aufgabeninhalt vgl. z. B. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. 1, a. a. O., S. 362 - 372, Bd. 2, S. 8 - 16.

288) Firmeninformation.

3.34 Quantitative Veränderung der Beschaffungs- und Lageraufgabe

Eine gestiegene Zahl von potentiellen Lieferanten - wenn sie nicht bewußt eingeschränkt wird, vgl. 3.326 - führt zu einer gestiegenen Zahl von Anfragen, von Angeboten und zu einer Vermehrung aller Arbeitsvorgänge, die mit der Bearbeitung der Angebote verbunden sind. Die gleichzeitige Differenzierung der zu beschaffenden Materialien bedeutet vermehrte Arbeit bei der Führung der Preiskartei, eine erhöhte Zahl von Bestellschreiben, von Eintragungen in die Liefererkartei und von Überprüfungen von Auftragsbestätigungen. Bei der Terminkontrolle ist eine größere Zahl von Karteikarten zu bearbeiten, wobei diese Arbeit besonders wichtig ist, da man die einzelnen Lieferanten weniger gut kennt; auch sind mehr Mahnungen auszuschreiben. Neue Materialarten machen bei der Lagerung zusätzliche Prüfungen erforderlich. So entfielen beispielsweise in einem bestimmten Fall allein 50 % der Arbeiten des Feinmeßraums auf das Prüfen von Sonderwerkzeugen.²⁸⁹⁾ Mit der gestiegenen Zahl verschiedener Materialarten und der damit verbundenen Abnahme der Eingangsmengen vermindern sich die Möglichkeiten statistischer Warenkontrolle und vermehren sich die zur Warenprüfung zu leistenden Arbeiten.

Mit der Zahl verschiedener Materialarten steigt auch die Zahl der in der Lagerbuchhaltung vorzunehmenden Buchungen und die Zahl der hinsichtlich des Materialbestandes zu verfolgenden Lagerfachkarten. Eine weitere Vermehrung der mit der Lagerung verbundenen Arbeiten ergibt sich aus dem erhöhten Anteil der Materialien, die nach Bedarf zu disponieren sind, da angenommen werden kann, daß der Arbeitsaufwand, der mit der routinemäßigen Kontrolle der Bestandsmengen bei einer Disposition nach Verbrauch anfällt, geringer ist als der Arbeitsaufwand, der mit der Durchsicht der Stücklisten bei einer Disposition nach Bedarf verbunden ist. Bei der Disposition nach Bedarf ergeben sich weitere Unterschiede in der zu leistenden Arbeitsmenge, je nach dem Grade der gleichzeitigen Differenzierung der Maschinen; bei einer Serie von gleichen Maschinen ist die zur Ermittlung des Bedarfs aufzuwendende Arbeit nicht größer, als wenn die Maschine nur ein einziges Mal erscheint.

²⁸⁹⁾ Schätzwert nach Firmeninformation.

Die Menge der Handhabungsarbeiten wird dadurch erhöht, daß Materialien umgelagert werden müssen, um für Auftragsmaterialien Platz zu schaffen. Die durch die Verschiedenheit der Materialien bedingte abnehmende Möglichkeit, sie in Sammelbehältern zu transportieren und zu lagern, führt schließlich ebenfalls zu vermehrten Handhabungsarbeiten und Transportarbeiten.

3.4 Die Aufgabe der Arbeitsvorbereitung

3.41 Kennzeichnung der Aufgabe und veränderte Erfüllungsbedingungen

Eine einheitliche Abgrenzung der unter dem Begriff Arbeitsvorbereitung zusammenzufassenden Aufgaben findet sich in der betriebswirtschaftlichen Literatur²⁹⁰⁾ nicht. Nach der Definition des AWF umfaßt die Arbeitsvorbereitung "die Gesamtheit aller Maßnahmen, einschließlich der Erstellung aller erforderlichen Unterlagen und Betriebsmittel, die durch Planung, Steuerung und Überwachung für die Fertigung von Erzeugnissen ein Minimum an Aufwand gewährleisten".²⁹¹⁾ Sie teilt sich auf in die Unteraufgaben Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung. "Die Fertigungsplanung umfaßt alle einmalig zu treffenden Maßnahmen. Diese beziehen sich auf die Gestaltung des Erzeugnisses, die Fertigungsvorbereitung, die Planung sowie Bereitstellung der Betriebsmittel und schließen mit der Freigabe der Fertigung ab."²⁹²⁾ "Die Fertigungssteuerung umfaßt die Maßnahmen, die zur Durchführung eines Auftrages im Sinne der Fertigungsplanung erforderlich sind."²⁹²⁾

290) Vgl. Kosiol, E., Untersuchungen zur Aufbauorganisation der Arbeitsvorbereitung und des Einkaufs industrieller Unternehmungen, Berlin 1960, S. 20.

291) Mitteilungen des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung e. V., 35. Jg., 1960, S. 45.

292) Mitteilungen des AWF, a. a. O., S. 45/46.

Für diese Untersuchung sollen in Anlehnung an KOSIOL²⁹³⁾ und BUSS-MANN²⁹⁴⁾ folgende Teilaufgaben gebildet und untersucht werden.²⁹⁵⁾

- I. Fertigungsplanung
 - 1) Auftragsfestlegung
 - 2) Verfahrensplanung
- II. Fertigungssteuerung
 - 1) Arbeiter- und Maschinenbelastungsplanung
 - 2) Terminplanung
 - 3) Arbeitsverteilung
 - 4) Terminkontrolle.

Die Fragen der Bereitstellungsplanung für Personal, Betriebsmittel und Material werden unter Abschnitt 4 behandelt werden.

Bei der folgenden Betrachtung der qualitativen und quantitativen Aufgabenänderungen soll von einer zentralen Arbeitsverteilung²⁹⁶⁾ ²⁹⁷⁾ ausgegangen werden, die zumindest in größeren Unternehmen die Arbeitsverteilung durch den Meister abgelöst hat. Auf eine Erörterung des Aufgabeninhaltes im einzelnen kann verzichtet werden, da es sich hier vor allem um Aufgabenänderungen und weniger um grundsätzlich inhaltlich neue Teilaufgaben handelt.

Als veränderte Erfüllungsbedingungen werden für die Arbeitsvorbereitung wirksam: veränderte bauliche Eigenschaften der herzustellenden Maschinen, nachträglich zu ändernde Teile infolge von Kundenwünschen und vor allem die erhöhte Zahl von Neuteilen und die erhöhte Zahl gleichzeitig zu behandelnder

293) Kosiol, E., Untersuchungen ..., a. a. O., S. 31.

294) Bussmann, K. F., Die Fertigungssteuerung in Industriebetrieben als Funktion der Fertigungstypen, in: Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspraxis, Festschrift für Konrad Mellerowicz, Hrsg. Schwarz, H. u. Berger, K. H., Berlin 1961, S. 65.

295) Vgl. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. II, a. a. O., S. 213 ff.

296) Vgl. Vogel, J., Auftragssteuerung im Fertigungsablauf, in: Industrieanzeiger, 79. Jg., 1957, Nr. 56, S. 841 - 847.

297) Vgl. Krause, F. W., Auftragssteuerung durch zentrale Arbeitsverteilung, in: Werkstatt und Betrieb, 91. Jg., 1958, H. 3, S. 137 - 140.

verschiedener Teile. Entsprechend den Ausführungen unter 3.0 sollen im folgenden ausschließlich die qualitativen und quantitativen Veränderungen objektbezogener Arbeitsverrichtungen behandelt werden.

3.42 Qualitative Veränderung der Aufgabe

Erhöhte Schwierigkeiten bei der Aufgabenerfüllung treten vor allem bei der Verfahrensplanung auf. Sie ergeben sich daraus, daß für eine Reihe von Vorgängen Vorgabezeiten nur schwer oder überhaupt nicht errechnet werden können, wie etwa für die Bearbeitung neuer, besonders komplizierter, genauer Einzelteile, für Blech-, Schweiß-, Montage und Versuchsarbeiten (Probelauf) - wie noch zu Zeiten sein wird, kommt diesen Arbeiten beim Bau rationalisierter Maschinen besondere Bedeutung zu -, für Kontroll- und Transportarbeiten und für die Liegezeiten der Werkstücke. Die empirische Feststellung der entsprechenden Vorgabezeiten durch Zeitstudien ist nur dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn sich die untersuchten Fälle häufig wiederholen; diese Bedingung ist aber infolge der hohen nachfolgenden Differenzierung der Teile nur in stark beschränktem Maße erfüllt. Es bleibt die Möglichkeit, die Werte in einem Vergleich mit entsprechenden vorangegangenen ähnlichen Vorgängen zu schätzen, oder, wenn es sich um Vorgabezeiten für Arbeitsverrichtungen am Werkstück handelt, sie nachträglich festzustellen.²⁹⁸⁾

Das Schätzen von Vorgabezeiten mit Hilfe von Analogieschlüssen ist aber als schwierigere Aufgabe anzusehen als die Ermittlung der Daten auf rechnerischem Wege. In der Einzelfertigung ergibt sich ein gewisser Vorteil gegenüber der Serienfertigung daraus, daß die beim Schätzen der Vorgabezeiten gemachten Fehler jeweils nur einmal wirksam werden.

Die Genauigkeit der Schätzwerte wird bestimmt von der Anzahl vorange-

298) Wegen der hohen Differenzierung der Teile wird auch das MTM-Verfahren zur Vorgabezeitermittlung in der Praxis normalerweise nicht angewendet. Zum MTM-Verfahren vgl. Winkel, A., a. a. O., S. 536.

gangener möglichst ähnlicher Fälle, auf die bei der Schätzung aufgebaut werden kann. Diese Zahl nimmt infolge der erhöhten nachfolgenden Differenzierung beim Bau rationalisierter Maschinen ab. Dementsprechend ergeben sich mit erhöhter nachfolgender Differenzierung erhöhte Abweichungen der geschätzten Werte von der tatsächlichen. Bei den Vorgabezeiten für Akkordarbeiten werden nur zu niedrig geschätzte Zeiten durch die Reklamationen des Arbeiters korrigiert; es ist damit zu rechnen, daß demzufolge viele Vorgabezeiten über den tatsächlich möglichen Werten liegen. Bei der Bemessung der Liegezeiten müssen von vornherein höhere Sicherheitszuschläge vorgesehen werden, da nur so der Gefahr von Terminverzögerungen vorgebeugt werden kann.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Arbeitsverteilung durch Meister stellt die erhöhte Zahl verschiedener Teile bei der zentralen Arbeitsverteilung weniger ein qualitatives als ein quantitatives Problem dar, wie noch zu zeigen sein wird. Ähnliches gilt für die übrigen Teilaufgaben.

3.43 Quantitative Veränderung der Aufgabe

Bei der Auftragsfestlegung steigt mit der gleichzeitigen Verschiedenheit der Teile und Baugruppen die Zahl der auszuschreibenden Werkaufträge. Als Folge der nachfolgenden Differenzierung wächst der Arbeitsaufwand, um gleiche Baugruppen und -teile von verschiedenen Maschinen zu einem Werkauftrag zusammenzufassen; während bei Universalmaschinen bekannt ist, welche Baugruppen und Teile einer Maschinentype auch in anderen Maschinentypen vorkommen bzw. sich innerhalb der gleichen Type wiederholen, erfordert die Feststellung dieser Tatsache bei nachfolgend verschiedenen Maschinen ständige Sucharbeit. Ebenfalls steigt als Folge der nachfolgenden Differenzierung die Zahl der auszuschreibenden Zwischenlagerkarten und die mit ihrer Überwachung verbundene Arbeit.

Bei der Verfahrensplanung bedeutet erhöhte nachfolgende Differenzierung eine erhöhte Zahl von neu zu erstellenden Arbeitsplänen; d.h. der Zeitaufwand zur Überlegung des Arbeitsablaufes und zur Ermittlung der Vorgabezeiten wird

größer. Entsprechend wächst das Arbeitsquantum für die Ausarbeitung von Montageplänen.²⁹⁹⁾ Die erhöhte gleichzeitige Differenzierung der Teile führt zu vermehrtem Arbeitsanfall bei der Anforderung von Zeichnungen, beim Heraussuchen schon vorhandener Arbeitspläne und bei der Vervielfältigung der Unterlagen.

Bei der Terminplanung vermehrt sich mit der Zahl verschiedener Arbeitsgänge die Zahl der auszuführenden Rechenoperationen zur Ermittlung der Ecktermine. Eine entsprechende Vermehrung der Rechenoperationen ergibt sich bei der Belastungsplanung.

Für die Arbeitsverteilung bedeuten kleinere Lose und damit kürzere Bearbeitungszeiten der Lose, daß häufiger Informationen mit der Fertigung auszutauschen sind. Die mit der Bearbeitung der zentralen Übersicht verbundenen Tätigkeiten vermehren sich, da z. B. mehr Karten häufiger umgesteckt werden müssen.

Der Arbeitsanfall bei der Terminkontrolle wächst mit der Zahl der zu überwachenden Teile. Er wächst weiter in dem Maße, wie Störungen des geplanten Arbeitsablaufes auftreten. Diese Störungen ergeben sich bei der Fertigung neuer Teile, bei denen vorgegebene Zeiten nicht eingehalten werden können, und bei Ausschuß, der das Nachziehen von Aufträgen erforderlich macht; sie entstehen schließlich durch Einflußnahme des Abnehmers, die etwa dazu führt, bestimmte Aufträge bevorzugt durch die Fertigung zu bringen, wodurch andere notwendigerweise terminlich zurückfallen müssen.

Bei allen Teilaufgaben, bei denen aufzubewahrende Unterlagen anfallen, bedeutet die erhöhte nachfolgende Differenzierung, daß ein großer Teil dieser Unterlagen vielleicht nur einmalig benutzt wird und als "tot" anzusehen ist, wodurch der Umfang der Karteien erheblich vergrößert wird. Der Arbeitsanfall nimmt ab bei der Konstruktion von Vorrichtungen und deren Verwaltung.

299) Eine Aufgabenvermehrung dieser Art tritt dann nicht in Erscheinung, wenn in der Arbeitsvorbereitung auf die detaillierte Festlegung von Arbeitsablaufplänen und Vorgabezeiten verzichtet wird. Vgl. Bussmann, K.F., Fertigungsplanung, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Hrsg. Seischab, H. u. Schwantag, K., Bd. I, 3. Aufl., Stuttgart 1956, Sp. 1745.

3.5 Die Fertigungsaufgabe

3.51 Allgemeine Kennzeichnung der Aufgabe

Unter dem Begriff "Fertigung" sollen folgende Teilaufgaben verstanden werden:

1) Die Bearbeitung von Werkstücken

Sie erfolgt nach den verschiedenen technischen Fertigungsverfahren: Sägen, Drehen, Hobeln usw.³⁰⁰⁾

2) Das Zusammenfügen von Bauteilen zum Endprodukt

Montiert werden Einzelteile zu Baugruppen und Schaltelemente zu Schaltungen in der Vormontage; Einzelteile, vormontierte Gruppen, Schaltungen und Einzelmaschinen werden in der Endmontage zur Gesamtmaschine zusammengefügt.

3) Hilfsaufgaben

Zur Vorbereitung und Aufrechterhaltung der Fertigung fallen Hilfsaufgaben an, wie etwa: Werkzeugmacherei und Reparaturarbeiten.

4) Transport und Zwischenlagerung der Werkstücke

5) Prüfen der Werkstücke und des Endproduktes.

Die Fertigung erhält ihr charakteristisches Gepräge durch die Tatsache, daß hier die drei Elementarfaktoren Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoff in gleichrangiger Bedeutung auftreten.

3.52 Die veränderten Erfüllungsbedingungen

Als veränderte Erfüllungsbedingungen werden für die Fertigung wirksam: der

300) Da nur wenige Unternehmungen des Werkzeugmaschinenbaus eine eigene Gießerei besitzen, soll die Teilaufgabe der Gießerei hier aus der Betrachtung ausgeschlossen bleiben.

veränderte Aufbau des Produktes, die erhöhte Differenzierung der Werkstücke und bestimmte sekundäre Einflußfaktoren.

Bei den relevanten Veränderungen im Aufbau der rationalisierten Werkzeugmaschinen handelt es sich um:

- 1) Die Integration des für die Bearbeitung eines Teiles erforderlichen Arbeitsablaufes in die Maschine.
- 2) Die gestiegene Kompliziertheit und den gewachsenen Umfang der Maschinen.
- 3) Die engeren Toleranzen der Einzelteile.
- 4) Das veränderte Bauprinzip - die Baukastenbauweise -, durch die die Zahl der Teilflächen an den Maschinen erhöht wird.
- 5) Die hinzugetretenen Aggregate zur Automatisierung.
- 6) In der Eigenart bestimmter rationalisierter Maschinen liegende Besonderheiten, z.B. einfachere Getriebe bei den Bearbeitungseinheiten von Transferstraßen.

Mit der erhöhten nachfolgenden und gleichzeitigen Differenzierung der rationalisierten Maschinen steigt die Zahl der Neuteile und die Zahl der nach Abmessung, Zahl, Art und Reihenfolge der Bearbeitungsarten verschiedenen Werkstücke. Der Anteil der kleinen Losgrößen wächst, und damit nimmt die Zahl der gemeinsam zu bearbeitenden Werkstücke ab. Die Abhängigkeit dieser Wirkung vom jeweiligen Variationsgrad der rationalisierten Maschinen wurde bei der Behandlung der veränderten Produktdifferenzierung diskutiert und mit quantitativen Angaben belegt.³⁰¹⁾

Der Anteil kleiner Losgrößen wird noch erhöht dadurch, daß bei der Fertigung von Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung Ersatzteile nicht aus der laufenden Fertigung genommen werden können, sondern einzeln gefertigt werden müssen. Ein Beispiel für die Losgrößenverteilung bei Ersatzteilen im Sondermaschinenbau gibt die nachfolgende Abb. 17.

Die starke Abhängigkeit der Fertigung von den vorgelagerten Aufgaben der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung führt dazu, daß sie nicht nur direkt durch die Haupteinflußfaktoren in ihren Teilaufgaben verändert

301) S. Kap. 2.24 Die tatsächliche Differenzierung der Produkte im einzelnen Unternehmen.



Abb. 17:³⁰² Losgrößenverteilung bei Ersatzteilen im Sondermaschinenbau

wird, sondern auch indirekt über die für sie maßgebenden Daten aus der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung, wie: nichtfertigungsgerechte Zeichnungen und Arbeitspläne, ungenaue Vorgabezeiten oder überhaupt fehlende Arbeitspläne für bestimmte Arbeitsvorgänge.³⁰³⁾ Im folgenden sollen zunächst die mit der mechanischen Fertigung zusammenhängenden Aufgaben und dann die mit der Montage verbundenen betrachtet werden.

3.53 Quantitative und qualitative Veränderung der Aufgaben der mechanischen Fertigung

3.531 Quantitative Veränderung der Aufgaben

Es sei zunächst betrachtet, in welcher Weise sich aus dem veränderten Aufbau der rationalisierten Maschinen ein vergrößerter Arbeitsanfall ergeben kann. Die erhöhte Genauigkeit der Einzelteile verlangt einen vergrößerten Aufwand an Härtearbeit und an zusätzlicher Feinbearbeitung. Den zusätzlichen Aufwand für nachfolgende Feinbearbeitung soll das folgende Beispiel veranschaulichen, bei dem zwei konstruktiv sehr ähnliche Maschinenelemente (Vorschubspindeln an Bohrwerk und Zahnradfräsmaschine), aber unterschiedlicher Genauigkeit, verglichen werden:

302) Firmeninformation. Die obigen Werte beziehen sich auf die Gesamtproduktion einer Unternehmung innerhalb eines Jahres.

303) Vgl. Wrba, W., Industrielle Betriebswirtschaft und praktische Betriebsführung, München 1949, S. 94.

Maschinenelement	Bearbeitungszeit
Bohrwerksspindel	50 h
Zahnrad - Wälzfräsmaschinenspindel	300 h

Die für die Fertigung der Zahnrad-Wälzfräsmaschinenspindel mehr benötigten 250 h teilen sich auf in 180 h für Fertigschneiden der Spindel auf einer Spezialmaschine und 70 h für Vermessen.³⁰⁴⁾

Die erhöhte Zahl von Teilflächen zwischen einzelnen Baueinheiten bei der Baukastenbauweise bedingt einen vergrößerten Aufwand an Flächenbearbeitung, wie Hobeln, Fräsen, Schleifen und Schaben. Die durch die Automatisierung erforderlich gewordenen zahlreichen Schaltschränke, Kabelträger, Magazine und Werkstückführungen, Maschinenabdeckungen und -verkleidungen vergrößern den Anfall zusätzlicher Flaschnerarbeit. Handhabungseinrichtungen benötigen infolge ihrer erhöhten Verschleißgefahr zusätzliche Härtearbeit.

Die erhöhte Verschiedenheit der Teile führt zu vermehrtem Anfall von Rüstarbeiten. Diese wachsen, da als Folge der Neuartigkeit vieler Teile Zeichnungen intensiver studiert werden müssen, die Arbeitsfolge länger zu überdenken ist und eventuelle Rückfragen erforderlich werden. Zum andern steigert sich ihre Menge dadurch, daß kleine Losgrößen einen häufigen Abbau der Maschineneinrichtung verlangen, wobei dieser Effekt noch verstärkt wird, wenn als Folge von Planungsänderungen Lose auseinandergerissen werden müssen. Den gestiegenen Rüstzeitanteil bei Sondermaschinen im Vergleich zu Universalmaschinen zeigt die folgende Tab. 20.

Zur Ermittlung der obigen Werte wurde in einer Unternehmung mit mehr als 500 Beschäftigten für die einzelnen Maschinengattungen das Verhältnis gebildet:

$$\frac{\text{Summe der jährl. angefallenen Rüstzeiten}}{\text{Summe der jährl. angefallenen Stückzeiten}}$$

Die obigen Durchschnittswerte wurden aus den Verhältniswerten von 8 Jahren gewonnen. Da die Untersuchung sich auf Sonder- und Universalmaschinen

304) Firmeninformation.

Tab. 20;305) Rüstzeitsummen-, Stückzeitsummen-Verhältnisse bei Sondermaschinen und Universalmaschinen

Maschinenart	$\frac{t_r}{t_s}$
1. Mehrwegemaschinen	0,26
2. Transferstraßen	0,19
3. Universalmaschinen der Gattung A	0,11
4. Universalmaschinen der Gattung B	0,1
5. Hydr. Steuerungen	0,1

der gleichen Unternehmung erstreckte, unterliegen die obigen Werte den gleichen unternehmensindividuellen Einflüssen; es wird vermutet, daß die ungünstigeren Verhältnisse für Sondermaschinen auf charakteristische Eigentümlichkeiten bei der Fertigung dieser Maschinen zurückzuführen sind.

Bei der Kontrolle der Teile entfällt als Folge kleiner Losgrößen die Möglichkeit von statistischen Stichprobenverfahren, so daß sich auch hier die Arbeitsmenge erhöht. Bei der Bearbeitung und der Kontrolle steigt das Arbeitsquantum weiter dadurch, daß arbeitsparende Vorrichtungen nicht mehr wirtschaftlich eingesetzt werden können. Die Menge der Transportarbeiten wächst, da mit kleineren Losgrößen die Zahl der Teile abnimmt, die zur gleichen Zeit über die gleiche Strecke zu transportieren sind.

Im Vergleich zur Zahl der Abgüsse müssen mehr Modelle angefertigt werden. Werden, um dies zu vermeiden, Gußkonstruktionen durch Schweißkonstruktionen ersetzt, so ergibt sich eine Arbeitsvermehrung dadurch, daß die Stahlteile der Schweißkonstruktionen mehr Zerspanungsarbeit (höhere Zerspanungskräfte) als Gußteile und zusätzliches Ausrichten verlangen. Die verlängerten Bearbeitungszeiten (beim Hobeln, Bohren, Drehen, Schleifen und Schaben) von Schweißkonstruktionen im Vergleich zu Gußkonstruktionen veranschaulicht das folgende Beispiel.³⁰⁶⁾, in dem die sich ergebenden Zeiten in 6 Fällen vergli-

305) Untersuchung des Verfassers nach Firmenunterlagen.

306) Firmeninformation.

chen wurden.³⁰⁷⁾

Tab. 21:³⁰⁶⁾ Kalkulationsvergleiche: Abguß zu Schweißkonstruktionen

Fall	Fertigungszeit (min)					
	1	2	3	4	5	6
Schweißkonstr.	4800	10700	1415	1570	1785	42080
Abguß	2870	5240	845	980	1075	26200
Schweißkonstr. Mehrarbeit in %	67,2	104,2	67,4	60,2	66	60,6
Schließlich wächst die Arbeitsmenge in der mechanischen Fertigung als Folge höheren Ausschusses.						

3.532 Qualitative Veränderungen der Aufgabe

Inhaltlich neue Teilaufgaben können sich in zwei Fällen ergeben: Beim Ersetzen des Gießens durch das Verfahren Schweißen und beim Ersetzen von Bohrarbeit mit Vorrichtungen durch Koordinatenbohrwerksarbeit, ^{307a)} Auch bei geringer Stückzahl gleicher Teile wird jedoch nicht in allen Unternehmen das Gießen durch Schweißen ersetzt; in einer Reihe von Fällen werden Schweißarbeiten ähnlich wie Gießarbeiten nach auswärts vergeben. Koordinatenbohrwerksarbeit wird sowohl aus Gründen erhöhter Genauigkeit als auch aus Gründen verkleinerter Losgrößen, bei denen die Verwendung von Vorrichtungen unwirtschaftlich wird, erforderlich.

Abgesehen von diesen beiden Fällen, die zu inhaltlich neuen Teilaufgaben führen, entstehen qualitative Aufgabenänderungen in folgender Weise:

³⁰⁷⁾ Es sei ausdrücklich vermerkt, daß die erhöhten Fertigungszeiten im allgemeinen nicht die Vorteilhaftigkeit der Schweißkonstruktion gegenüber der Gußkonstruktion bei kleinen Stückzahlen aufheben, da die Kostenerhöhung durch längere Bearbeitung normalerweise geringer ist als die Kostenverminderung durch Einsparen von Modellen.

^{307a)} Vgl. Knorr, M., a. a. O., S. 633.

- 1) Der Schwierigkeitsgrad bei der Erfüllung bestimmter Teilaufgaben wird erhöht.
- 2) Es verändert sich die Proportionierung der Teilaufgaben,
 - a) indem sich die Proportionierung der technischen Verfahren ändert,
 - b) indem sich das Verhältnis Maschinenarbeit zu Handarbeit ändert.

Bei der mechanischen Bearbeitung lassen sich genauere Werkstücke nur erzielen, wenn die Genauigkeit der menschlichen und maschinellen Arbeit gesteigert wird. Entsprechend werden bei der Fertigungskontrolle genauere Prüfmethoden und -mittel erforderlich. Weiter werden die zur Erfüllung der Aufgaben erforderlichen Tätigkeiten schwieriger infolge der erhöhten Differenzierung der Teile, die die Möglichkeit eines Arbeitens aufgrund von Erfahrung und Routine vermindert.

Diese Erschwerungen können zu erhöhtem Ausschuß und Nacharbeit führen, wie das Ergebnis der nachfolgenden Untersuchung zeigt. Ein Vergleich des Anteils der Ausschußkosten und Nacharbeitskosten an den Herstellkosten von Universalmaschinen (Maschinen von drei verschiedenen Gattungen) und Sondermaschinen ergab im Durchschnitt über 4 Jahre eine um 13 % höhere Ausschußquote bei Sondermaschinen als bei Universalmaschinen.³⁰⁸⁾ Da die Werte der Sonder- und Universalmaschinen aus der gleichen Unternehmung stammen, ist der höhere Wert für den Ausschußanteil bei Sondermaschinen unbeeinflußt von betriebsindividuellen Besonderheiten.

Eine Umproportionierung der technischen Verfahren muß sich aus folgenden Gründen ergeben: Die vermehrte Flächenbearbeitung wird dazu führen, daß der Anteil der Verfahren Hobeln, Fräsen und Schleifen an der Gesamtbearbeitung steigt. Ebenfalls wachsen muß der Anteil von Verfahren, die andere Verfahren ersetzen, wie Schweißen und Koordinatenbohren. Schließlich können konstruktive Eigenheiten zu einer Umproportionierung beitragen: So muß bei bestimmten Transferstraßen infolge einfacherer Getriebe als bei Universalmaschinen der Anteil an Dreharbeiten und Zahnradfräsarbeiten fallen.

Diese Verschiebungen zwischen den Anteilen einzelner Bearbeitungsarten sollen mit der folgenden Untersuchung (Tab. 22, Abb. 18) sichtbar ge-

308) Untersuchung des Verfassers nach Firmenunterlagen.

macht werden, für jede von 7 willkürlich herausgegriffenen Universalmaschinentypen einer Unternehmung (die sieben Typen gehören vier verschiedenen Gattungen an) wurden die durchschnittlichen und höchsten Anteile an der Auftragszeit der mechanischen Fertigung, die auf die einzelnen hier interessierenden Bearbeitungsarten entfallen, ermittelt, wobei bei der Bestimmung der Zeiten eine Fertigung à 10 Stck. zugrunde gelegt wurde. Die Anteile wurden erfaßt unter der Annahme, daß jede Maschinentype im gleichen Maße an der Gesamtfertigungszeit aller Universalmaschinen beteiligt ist. Für 10 Transferstraßen (Gesamtproduktion in einem bestimmten Zeitraum) der gleichen Unternehmung wurden ebenfalls die auf die einzelnen Bearbeitungsarten entfallenden durchschnittlichen und höchsten Anteile ermittelt, und zwar für den Maschinenteil und Vorrichtungsteil der Transferstraßen getrennt.

Tab. 22:³⁰⁹⁾ Durchschnittliche und höchste Anteile verschiedener Bearbeitungsarten an der Fertigungszeit bei Universalmaschinen und Transferstraßen

Bearbeitungsart	Universal- masch.		Transferstraßen			
	Ø max.		Maschine		Vorrichtung	
	Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.
	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil	Anteil
	%	%	%	%	%	%
	1	2	3	4	5	6
1. Koord. bohr.	0,3	0,3	5,4	8,9	10,4	20,2
2. Drehen	23,3	36,0	15,4	16,0	13,9	23,0
3. Schleifen	7,8	9,7	8,9	13,6	8,0	10,7
4. Großhobeln	6,4	9,6	7,1	8,0	6,7	14,4
5. Kleinhobeln	1,9	4,0	2,3	3,5	4,3	9,5
6. Langfräsen	3,6	4,3	4,7	5,5	2,7	4,3
7. Zahnradfräsen	8,6	11,0	3,4	5,0	1,1	4,5
8. Fräsen	8,4	11,9	6,5	10,7	12,6	15,0
9. Bohrwerksarbeit	11,2	15,0	12,8	15,9	15,1	23,6
10. Bohren	7,6	13,1	6,7	8,9	9,6	14,3
11. Härten	1,7	3,3	2,4	5,6	5,6	7,8
12. Blecharbeit						
Schweißen	4,3	5,8	8,5	13,5	2,1	6,8

309) Untersuchung des Verfassers.

Aufgrund der obigen Werte wurden die prozentualen Abweichungen der durchschnittlichen und höchsten Anteile für Maschinenaggregate und Vorrichtungen der Transferstraßen von den jeweils durchschnittlichen und höchsten Anteilen der Universalmaschinen ermittelt und in Abb. 18 dargestellt.

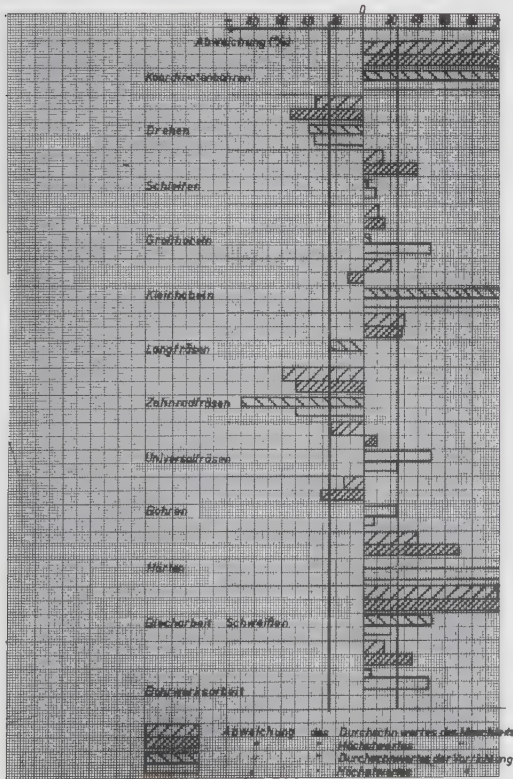


Abb. 18: Vergleich der unterschiedlichen Anteile einzelner Bearbeitungsarten bei Transferstraßen und Universalmaschinen

Eine exakte quantitative Interpretation der Ergebnisse erscheint mit Rücksicht auf die relativ geringe Zahl der Untersuchungsobjekte wenig sinnvoll; vielmehr sollen die vorstehenden Ergebnisse nur als Hinweis auf grobe Verschiebungen benutzt werden. Es werden daher nur positive und negative Abweichungen von mehr als 25 % betrachtet. Hierbei läßt sich eine generelle Übereinstimmung mit den eingangs gemachten Annahmen erkennen. Gegenüber Universalmaschinen zeigen Transferstraßen einen stärkeren Anteil (mehr als 25 %) der Bearbeitungsarten: Koordinatenbohren, Schleifen, Fräsen, Arbeiten an Kleinholmaschinen und Bohrwerken, Flaschnerarbeiten, Schweißen und Härten, und einen schwächeren bei Zahnradfräsen und Drehen. Da es sich bei den verglichenen Maschinen um solche der gleichen Unternehmung handelte, können die gefundenen Unterschiede nicht durch den Einfluß betriebsindividueller Faktoren erklärt werden. Die Ergebnisse dürften soweit eine allgemeingültige Tendenz wiedergeben, wie die eingangs gemachten Ausführungen über die konstruktiven Unterschiede von Sonder- und Universalmaschinen zutreffen.

Aus zwei Gründen wird in der mechanischen Fertigung der Anteil der Handarbeit im Vergleich zur Maschinenarbeit erhöht:

- 1) Rüstarbeiten sind zum großen Teil Handarbeiten. Mit größer werdendem Anteil von Rüstarbeiten steigt daher auch der Anteil der Handarbeit bei der maschinellen Fertigung. Dieser Effekt wird noch verstärkt durch die bei modernen Werkzeugmaschinen verkürzten Bearbeitungszeiten.
- 2) Arbeiten mit hohem Handarbeitsanteil oder solche, die überwiegend Handarbeit sind, wachsen besonders stark an; so z. B. Schweißen und Blecharbeiten, Arbeiten zur Wärmebehandlung; Anreiß- und Prüfarbeiten; Arbeiten zur Herstellung von Lehren (Werkzeugeinstellehren) und Steuerkurven.

Eine Verminderung von Handarbeit ergibt sich daraus, daß weniger Vorrichtungen für den eigenen Bedarf herzustellen sind.

3.54 Qualitative und quantitative Veränderungen von Montageaufgaben

3.541 Qualitative Veränderungen

Qualitative Veränderungen ergeben sich zunächst durch das Hinzutreten von Aufgaben mit neuartigen Verrichtungsvorgängen. Diese Aufgaben entstehen vor allem aus den Bedürfnissen der Automatisierung. Als Aufgaben dieser Art sind anzusehen: die Vormontage elektrischer Steuereinheiten (mit den Verrichtungsvorgängen: Herstellen von Drahtbäumen, Verlöten von Drahtbäumen und Schaltelementen); das Verbinden der Bearbeitungseinheiten mit elektrischen und hydraulischen Steuereinheiten durch Kabel und Rohre; das Ausrichten der Gesamtmaschine auf ein bestimmtes Werkstück (beim Ausrichten ersetzt durch eine Justagevorrichtung); die probeweise Bearbeitung von Werkstücken.

Qualitative Veränderungen entstehen weiter aus einem gestiegenen Schwierigkeitsgrad der auszuführenden Arbeiten. Mit gesteigerter Genauigkeit der Einzelteile erfordern die Paß- und Fügearbeiten eine höhere handwerkliche Geschicklichkeit. Das Hinzutreten neuer technischer Mittel verlangt von den Monteuren nicht nur die Kenntnis der mechanischen Funktion der Maschine, sondern auch zumindest in großen Zügen die Kenntnis ihrer elektrischen und hydraulischen Aggregate. Da nicht für alle Arbeitsvorgänge Arbeitspläne vorliegen, wird die Beanspruchung der geistigen Fähigkeiten weiter gesteigert. Als Aufgabe, die besonders viel handwerkliches Geschick, Kenntnisse und Kombinationsvermögen verlangt, ist die Fehlerfindung beim Probelauf anzusehen.

3.542 Quantitative Veränderung der Aufgaben

Eine Vergrößerung der zur Erfüllung der Montageaufgaben erforderlichen Arbeitsmenge tritt ein aus folgenden Gründen:

Zunächst¹ bedeuten die neuartigen Montageaufgaben einen zusätzlichen

Arbeitsaufwand. Hierzu kommen weitere ergänzende Montagearbeiten, wie das Verbinden der Einzelaggregate miteinander und die Montage der Transporteinrichtungen bei Sondermaschinen.

Die Neuartigkeit der jeweiligen Aufgabe führt dazu, daß die Montagezeichnungen oft zurate gezogen werden müssen.³¹⁰⁾ Viele Montageaufgaben sind in ihrem Inhalt nicht in Arbeitsplänen festgelegt und müssen durch Probieren gelöst werden: So sind etwa die Krümmungsradien von Hydraulik- und Kühlmittelrohren an Ort und Stelle zu bestimmen oder die Reihenfolge einzelner Montagevorgänge. Nicht fertigungsgerechte Einzelteile erfordern zusätzlichen Aufwand für Nacharbeit bei der Montage.

Schließlich tritt eine Vermehrung der Montagearbeiten dadurch ein, daß etwa Transferstraßen infolge ihres großen Umfanges nicht in ihrer Gesamtheit zum Abnehmer transportiert werden können. Sie müssen nach ihrem Probelauf im Werk des Herstellers demontiert und beim Abnehmer zum zweiten Male montiert werden. Die als Folge fehlender Erfahrungen auftretenden Schwierigkeiten bei der Montage von Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung lassen es den meisten Herstellern nicht ratsam erscheinen, diese Maschinen von vornherein im Werk des Abnehmers zu montieren.

Zusammenfassung des Abschnitts 3

Ausgehend von den unter Abschnitt 2 herausgestellten Haupteinflußfaktoren und aufgrund der allgemein bekannten Tatsachen über die Hauptaufgaben der Industrieunternehmung wurde analysiert, in welcher Weise sich die Hauptaufgaben der Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmung beim Bau von rationalisierten Maschinen verändern (bezogen auf die Ausgangssituation Universalmaschinenbau). Es wurde gefunden, daß als Folge der Abnehmerabhängigkeit der rationalisierten Maschinen die Teilaufgaben der Absatzanbahnung und der Absatzdurchführung inhaltlich stark verändert werden. Aus der technischen Eigenart der rationalisierten Produkte ergaben

310) Vgl. Knorr, M., a.a.O., S. 635.

sich neuartige Teilaufgaben für die Konstruktion. Es wurde weiter im einzelnen gezeigt, daß beim Bau rationalisierter Maschinen die Anforderungen und Arbeitsmengen zur Erfüllung der Aufgaben Absatz, Gestaltung, Materialbereitstellung, Arbeitsvorbereitung und Fertigung steigen. Die qualitativen und quantitativen Aufgabenveränderungen wurden in enger Abhängigkeit zu den Erfüllungsbedingungen dargestellt, so daß ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den rationalisierten Werkzeugmaschinen als Ursache einerseits und der Aufgabenänderung andererseits gegeben war. Die Stärke der Aufgabenänderung ergab sich in Abhängigkeit von der graduell differenzierten Stärke der Einflußfaktoren und damit differenziert nach der Eigenart der rationalisierten Maschinen; dementsprechend wurden für Sondermaschinen die stärksten Veränderungen festgestellt.

4. Die Veränderung des Aufbaus der Unternehmung

=====

4.0 Vorbemerkung

Zur Erfüllung der Aufgaben werden vom Unternehmen menschliche Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoffe eingesetzt. Durch ihre Eigenart und die Art ihrer Kombination bestimmen sie den Aufbau der Unternehmung. Die Kombination der Elementarfaktoren erfolgt durch die Unternehmensführung mit dem Ziel einer Gewinnerzielung auf lange Sicht³¹¹⁾. Mit GUTENBERG sollen als Instrumente, deren sie sich dabei bedient, Planung, Organisation und Kontrolle angesehen werden.³¹²⁾³¹³⁾ Durch die Planung wird für das zukünftige Geschehen eine Ordnung entworfen, durch die Organisation wird die geplante Ordnung in die Realität umgesetzt, die Kontrolle hat festzustellen, inwieweit die tatsächlichen Geschehnisse von den geplanten abweichen.³¹⁴⁾ Wieweit es gelingt, die Faktoren entsprechend der Leitmaxime zu kombinieren, hängt damit offenbar von der Eigenart der Planung, der Organisation und der Kontrolle und der unternehmerischen Entscheidung ab. Soll der Einfluß des Baus rationalisierter Maschinen auf die Art und Weise der Kombination der Elementarfaktoren untersucht werden, so muß der Einfluß auf die die Kombination bestimmenden Faktoren Planung, Organisation, Kontrolle und Geschäftsleitung analysiert werden.

Während die drei ersten Faktoren im Rationalen wurzeln, ist der unter-

311) Im Hinblick auf nähere Darlegungen unter Abschnitt 5 soll an dieser Stelle auf eine Diskussion des Ziels der Gewinnerzielung auf lange Sicht als oberstes Prinzip der Unternehmensführung verzichtet werden.

312) Gutenberg, E., Einführung ..., a.a.O., S. 43.

313) Mögliche Bedenken systematischer Art gegenüber einer Gleichordnung der Begriffe Planung und Organisation (s. Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 75) können für die folgende Betrachtung unberücksichtigt bleiben.

314) Vgl. Gutenberg, E., Einführung ..., a.a.O., S. 47 ff.

nehmerische Entscheidungsprozeß in seiner Eigenart eng an die Person des Unternehmers gebunden und im letzten nicht mit rationalen Kriterien zu erfassen.³¹⁵⁾ Daher können kaum eindeutige objektive Veränderungen dieses Faktors durch den Einfluß des Baus rationalisierter Maschinen gefunden werden, so daß er aus dieser Betrachtung ausgeschieden werden soll. Veränderungen der Kontrolle sollen, soweit sie nicht schon im vorangegangenen Abschnitt behandelt wurden, im Zusammenhang mit den Faktoren Planung und Organisation betrachtet werden.

Um die Veränderungen im Aufbau der Unternehmung zu zeigen, sind also die Veränderungen folgender Faktoren zu untersuchen:

1. Planung ,
2. Organisation,
3. menschliche Arbeitsleistungen,
4. Betriebsmittel,
5. Werkstoff.

Bei der Untersuchung des Einflusses des Baus rationalisierter Maschinen auf diese Faktoren kann von den in den Abschnitten 2 und 3 gefundenen Tatbeständen ausgegangen werden. Den qualitativen und quantitativen Aufgabenänderungen müssen entsprechende Veränderungen in der Qualifikation und der Zusammensetzung der Beschäftigten gegenüberstehen. Ähnlich besteht ein Zusammenhang zwischen den Aufgaben und der Eigenart der einzusetzenden Betriebsmittel. Die Veränderungen bei den Faktoren Planung und Organisation lassen sich teils direkt auf die in Abschnitt 2 herausgestellten Haupteinflussfaktoren zurückführen, teils ergeben sie sich über die Veränderung der Aufgaben.

Da die folgende Darstellung von der Prämisse ausgeht, daß eine Veränderung der Aufgaben zu einer Veränderung des Aufbaus der Unternehmung führen muß, erscheint es zweckmäßig, zuvor zu klären, wie eng der Zusammenhang zwischen den Aufgaben und dem Aufbau der Unternehmung ist. Dieser Zusammenhang sei zunächst vom theoretischen Standpunkt aus betrachtet. Bei der Kombination der Faktoren nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit, dessen Befolgung im allgemeinen als Voraussetzung für eine

315) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 103.

Gewinnerzielung angesehen werden kann³¹⁶⁾, muß es für jede Aufgabe eine Faktorkombination geben, die am kostengünstigsten ist. Damit werden einer bestimmten Aufgabe die Faktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoff in bestimmter Qualität und Quantität und bestimmter Kombination zugeordnet. Die Gegebenheiten der Praxis zwingen aber, in die weiteren Überlegungen Bedingungen miteinzubeziehen, die diesen engen und eindeutigen Zusammenhang zwischen Aufgabe und Faktorkombination locker und mehrdeutig machen.

1. In der Praxis ist normalerweise nicht eine solche Einsicht in das Kostengefüge gegeben, die gestattet, die theoretisch optimale Kombination zu verwirklichen; vielmehr kommt es nur zu Annäherungen an das Optimum. Während nur eine einzige optimale Kombination existiert, ergeben sich für die Annäherung an das Optimum jedoch unterschiedliche Möglichkeiten der Kombination, die daraus resultieren, daß die Faktoren untereinander substituierbar sind, ohne daß es zu rechenhaft erfaßbaren Veränderungen der Wirtschaftlichkeit kommt. Substitutionsmöglichkeiten bestehen etwa zwischen Arbeitsleistungen und Betriebsmitteln, indem Handarbeit durch Maschinenarbeit ersetzt wird; aber auch zwischen Arbeitsleistungen und Betriebsmitteln einerseits und Organisation und Planung andererseits, indem etwa eine verbesserte Wirksamkeit von Organisation und Planung zu einer Verminderung des Einsatzes von menschlichen Arbeitsleistungen und Betriebsmitteln führt.³¹⁷⁾

2. Es ist aber auch denkbar, daß aus bestimmten Gründen (Arbeitsmarktlage, Finanzkraft) eine Annäherung an die optimale Kombination gar nicht möglich ist.

3. Eine weitere Störung des engen Zusammenhanges zwischen Aufgaben und Faktoren ergibt sich daraus, daß infolge nicht voll ausgenutzten Eignungs- und Leistungspotentials der nach Qualität und Quantität in einem Betrieb erfaßbare Bestand an Beschäftigten und Betriebsmitteln nicht ein vollkommenes Abbild der für die Erfüllung der Aufgaben notwendigen Ar-

316) Vgl. die Ausführungen unter Abschnitt 5 zur Gewinnerzielung auf lange Sicht.

317) Vgl. Gutenberg, E., Einführung ..., a.a.O., S. 27.

beitsleistungen (menschliche und maschinelle) nach Qualität und Quantität abgibt. Das Eignungspotential wird dann nicht voll ausgenutzt, wenn die Schwierigkeit der gestellten Aufgaben unterhalb der Schwierigkeit der Aufgaben liegt, für die die Beschäftigten geeignet sind³¹⁸⁾, wobei es sich hier nicht um alle Beschäftigten handeln muß. Die auf diese Weise entstehende "Eignungsreserve"³¹⁹⁾ muß aber dazu führen, daß Unterschiede in der Qualität der Aufgabe von dieser Reserve aufgefangen werden können, was bedeutet, daß nicht in jedem Fall Veränderungen in der Qualität der Aufgaben auch zu sichtbaren Veränderungen in der Qualifikation der Beschäftigten (etwa nach der Berufsausbildung) führen müssen. Ähnliches gilt für die nur teilweise Ausnutzung des Leistungspotentials. Normalerweise wird die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten nicht bis zu ihrer oberen Grenze, d. h. bis zu dem, "was ein Mensch zu leisten überhaupt imstande ist"³²⁰⁾, beansprucht. Somit können vermehrte Aufgaben von dem Leistungspotential aufgenommen werden, ohne daß sie etwa zu einer Steigerung der Zahl der Beschäftigten führen müssen. Nicht voll ausgenutzte Eignungs- und Leistungspotentiale erklären sich aus der beschränkten Teilbarkeit der Faktoren, die nicht zuläßt, einer bestimmten Aufgabe eine adäquate nach Qualität und Quantität bestimmte Faktorkombination zu ihrer Erfüllung zuzuordnen; aber auch aus Mängeln der Organisation.

4. Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß die durch den Bau rationalisierter Maschinen gestellten Aufgaben nicht alle von der Unternehmung selbst erfüllt werden müssen, sondern z. T. auch auf andere Unternehmungen übertragen werden können. Damit bleiben in diesen Unternehmungen für die abgegebenen Aufgaben zu erwartende Faktoränderungen selbstverständlich aus.

Zusammengefaßt ergeben die vorangegangenen Überlegungen, daß ein exakter Zusammenhang zwischen Aufgaben und Faktoren nicht gegeben ist. Für die Methode der Untersuchung bedeutet das, daß bei der dedukti-

318) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 13.

319) Ebd.

320) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 15.

ven Ableitung von Faktoränderungen aus Aufgabenänderungen nur die Änderungen in groben Umrissen sinnvoll angegeben werden können und auf Feinheiten verzichtet werden muß. Entsprechend gilt für die empirische Ermittlung des gleichen Tatbestandes, daß hierbei gefundene Ergebnisse mit betriebsindividuellen Störfaktoren behaftet sind und daher nur in weitem Rahmen interpretiert werden können.

4.1 Die veränderte Wirksamkeit der Planung

4.10 Vorbemerkung

Planung kann definiert werden als "ein auf zukünftiges aktives Handeln ausgerichtetes ordnendes Denken, bei dem unter verschiedenen Möglichkeiten des Vorgehens Entscheidungen zu treffen sind."³²¹⁾

Die Planung richtet sich auf das Produktionsprogramm und auf den Produktionsprozeß. Das Produktionsprogramm bildet die Grundlage für die Planung des Produktionsprozesses.³²²⁾ Im Produktionsprogramm wird die "betriebliche Leistungserstellung nach Art und Menge für einen bestimmten Zeitraum festgelegt."³²³⁾ Die als "Vollzugsplanung" zu bezeichnende auf den Produktionsprozeß gerichtete Planung kann aufgeteilt werden in die "Bereitstellungsplanung" und die "Ablaufplanung".³²⁴⁾ Die Bereitstellungsplanung hat die "erforderlichen Arbeitskräfte, Betriebsmittel und Werkstoffe nach Menge und Beschaffenheit zur rechten Zeit am verlangten Ort bereitzustellen."³²⁵⁾ Da es sich bei der Bereitstellung von

321) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 14.

322) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 123/138.

323) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 129.

324) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 156.

325) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 140.

Arbeitskräften und Betriebsmitteln um Aufgaben handelt, die im wesentlichen nur einmalig durch den Bau rationalisierter Maschinen beeinflusst werden, sollen sie zunächst ausgeklammert und im Zusammenhang mit dem Strukturwandel im einzelnen Unternehmen (vgl. 4.7) behandelt werden. Durch die Ablaufplanung wird der Fertigungsprozeß in seinem Ablauf vorausbestimmt. Dementsprechend ist im folgenden zu untersuchen;

- 1) Produktionsprogrammplanung,
- 2) Materialbereitstellungsplanung,
- 3) Ablaufplanung.

Da sich die Planung bei der Kombination der Elementarfaktoren vor allem an dem Prinzip der Gewinnerzielung orientiert³²⁶⁾, werden die Einflüsse des Baus rationalisierter Maschinen auf die Planung zweckmäßig unter dem Aspekt untersucht, wieweit sie die Wirksamkeit der Planung beeinträchtigen, d.h. wieweit sie für die Planung die Möglichkeiten verringern, die Faktoren nach dem obigen Prinzip zu kombinieren.

4.11 Produktionsprogrammplanung

Im einzelnen sollen folgende Zielsetzungen der Produktionsprogrammplanung hervorgehoben werden:

- 1) Gewinnmaximierung,
- 2) hoher und gleichmäßiger Beschäftigungsgrad,
- 3) möglichst geringe Differenzierung der Produkte.

Betrachtet man zunächst die Unterschiede, die sich bei der Berücksichtigung des Prinzips der Gewinnmaximierung im Universalmaschinenbau und beim Bau rationalisierter Maschinen ergeben, so sind diese gering; denn auch im Universalmaschinenbau beeinflusst dieses Prinzip die Programmplanung lediglich in Form einer allgemeinen Norm³²⁷⁾, nicht aber als

326) Koch, H., a.a.O., S. 17, 18.

327) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 119.

Realisierung der von der Theorie zur Gewinnmaximierung gemachten Aussagen. Zu einer Erfüllung der theoretischen Forderung; Grenzkosten der Produktarten gleich Preise bzw. Grenzerlöse der Produktarten³²⁸⁾, fehlen normalerweise in beiden Fällen sowohl die Möglichkeiten einer genügend genauen Bestimmung der Grenzkosten als auch eine vorausschauende Kenntnis der zukünftigen Absatzfunktionen.³²⁹⁾ Allerdings ergibt sich bei mehr kurzfristiger Betrachtung für die auftragsorientierte Produktion von rationalisierten Maschinen gegenüber der marktorientierten von Universalmaschinen ein gewisser Vorteil dadurch, daß bei der auftragsorientierten Produktion über den Zeitraum der Lieferzeit die Absatzfunktion bekannt ist; praktisch ist dieser Fall aber auch bei Universalmaschinen gegeben, wenn die Lieferzeiten größer sind als die Gesamtdurchlaufzeit. Bei mehr langfristiger Betrachtung ergibt sich beim Universalmaschinenbau eine bessere Einsicht in das zukünftige Verhalten der Absatz- und Produktionsfunktionen, da sie hier aufgrund von Erfahrung in die Zukunft extrapoliert werden können - eine Möglichkeit, die sich bei rationalisierten Maschinen in dem Maße vermindert, wie mit steigender nachfolgender Differenzierung der Maschinen ihre Vergleichbarkeit abnimmt.

Im allgemeinen kann angenommen werden, daß von größerem Einfluß auf die Programmplanung im Werkzeugmaschinenbau das Streben nach möglichst hohem und gleichmäßigem Beschäftigungsgrad ist.

Sieht man von Beschränkungen ab, die durch den Markt der Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Beschäftigungsgrades entgegenstehen, so besteht die Aufgabe der Planung darin, für einen bestimmten Zeitraum eine solche Kombination von Maschinen in das Produktionsprogramm aufzunehmen, die eine gleichmäßige Beschäftigung aller Teilbereiche sichert. Während bei Universalmaschinen die Belastung der einzelnen Bereiche (Konstruktion, mechanische Fertigung, Montage) und Stellen innerhalb dieser Bereiche für jede Maschine bei der Aufnahme in das Programm bekannt ist, ist diese Größe bei rationalisierten Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung in der Praxis im Stadium der Programmplanung oft ungewiß. Damit ist die Möglichkeit, bei der Programmzusammensetzung die Belastung der

328) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 117.

329) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 119.

einzelnen Bereiche und Stellen von vornherein zu berücksichtigen, bei rationalisierten Maschinen häufig stark eingeschränkt.³³⁰⁾ Die sich daraus ergebenden Schwankungen im Beschäftigungsgrad werden umso größer sein, je höher die nachfolgende Differenzierung der eingeplanten Maschinen ist und je höher die Absolutbeträge sind, mit denen einzelne Maschinen Stellen und Bereiche belasten.

Es sei nun betrachtet, in welcher Weise bei der Programmplanung die Forderung nach möglichst geringer Differenzierung der Produkte berücksichtigt werden kann. Sowohl beim Universalmaschinenbau wie bei der Produktion rationalisierter Maschinen verlangt die Sicherung des Absatzes und damit die Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Beschäftigungsgrades eine bestimmte Programmbreite.³³¹⁾

Indessen ergeben sich auf die Planung der Programmbreite beim Bau rationalisierter Maschinen besondere, im Universalmaschinenbau nicht vorhandene Einflüsse. Mit wachsendem Umfang der rationalisierten Maschinen³³²⁾ rückt die Betriebsgröße, bei der diese Maschinen wirtschaftlich sinnvoll gefertigt werden können, nach oben. Für unterhalb dieser Betriebsgröße liegende Unternehmungen verhindert eine Reihe von Gründen die Aufnahme solcher Maschinen in das Programm wie: eine zu lange Durchlaufzeit, hohes Preisrisiko (der Gewinn oder Verlust bei einem einzigen Objekt wie einer Transferstraße würde eventuell den Gesamterfolg der Unternehmung für ein Jahr oder mehrere bestimmen³³³⁾), lange Bindung an einen Kunden und da-

330) Daß auch bei erstmaliger Einzelfertigung über die Ermittlung von Richtwerten eine Vorausplanung der Kapazitätsauslastung möglich sein kann, zeigen: Bürgin, A., Termingrobplanung, in: Industrielle Organisation, 24. Jg., 1955, Nr. 3, S. 77; Rugg, R., Produktionsplanung und Terminwesen in der Maschinenfabrik mit vorwiegender Einzelfertigung, in: Industrielle Organisation, 24. Jg., 1955, Nr. 4, S. 110, S. 114; Weinberg, F., Termin-Grobplanung, Zürich 1954, S. 9; Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 107 ff.

331) Zur Vielfältigkeit des Produktionsprogramms als Folge absatzwirtschaftlicher Einflüsse, vgl. Abromeit, G., a.a.O., S. 103 ff.

332) Vgl. Durchschnittspreise rationalisierter Maschinenarten im Vergleich zu Universalmaschinen unter 2.13 Tab. 6.

333) Becker, G., a.a.O., S. 34.

mit die Gefahr, sonstige Abnehmer zu verlieren³³⁴⁾, und die Schwierigkeiten der Finanzierung.³³⁵⁾ Diesen Tatbestand veranschaulicht Abb. 19, die den Stückpreis von Sondermaschinen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße des Herstellers zeigt.

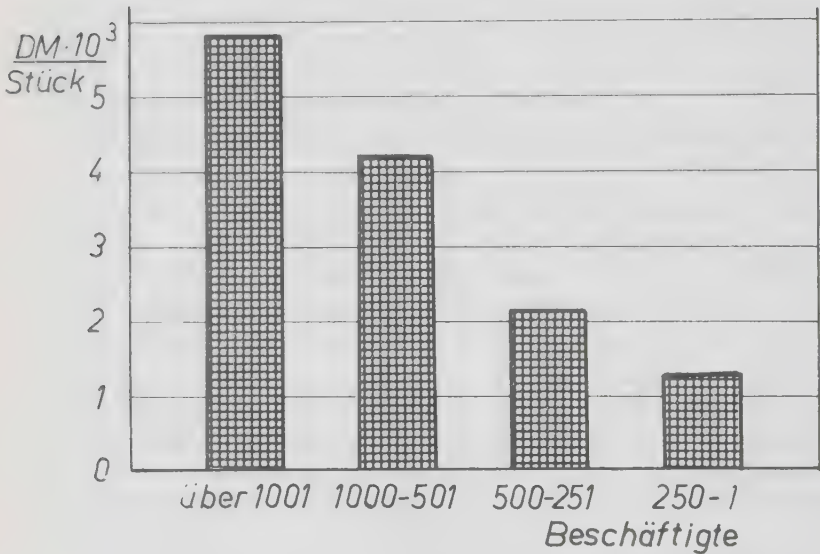


Abb. 19:³³⁶⁾ Stückpreis von Sondermaschinen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße 1961

Hierzu wurde für jeden von 20 Sondermaschinenherstellern (Gesamtzahl der beim VDW in dieser Gruppe 1961 meldenden Firmen) der durchschnittliche Stückpreis der hergestellten Sondermaschinen ermittelt aus: Gesamt-

³³⁴⁾ Becker, G., a.a.O., S. 34.

³³⁵⁾ Ebd.

³³⁶⁾ Nach Unterlagen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA.

umsatz an Sondermaschinen dividiert durch Stückzahl. Aus diesen Werten wurden die arithmetischen Mittelwerte für die einzelnen Betriebsgrößenklassen gebildet. Die Abbildung zeigt ein deutliches Überwiegen umfangreicher Maschinen bei den größeren Betrieben. Es ist zu berücksichtigen, daß diese Abbildung nur eine allgemeine Tendenz zeigen kann, da es sich um Durchschnittswerte handelt; sowohl innerhalb eines Betriebes als auch zwischen den Betrieben einer Klasse können Abweichungen von den dargestellten Werten vorkommen.

Die Zahl der vom Markt benötigten großen Maschinen ist aber zu gering, als daß mit ihnen die Gesamtkapazität großer Unternehmen ständig ausgelastet werden könnte. Es müssen daher zwangsläufig die Programme um kleinere Maschinen erweitert werden.

In vielen Unternehmen werden neben extremen rationalisierten Maschinen wie Sondermaschinen auch Universalmaschinen gebaut. Einmal bedingen Maschinen mit wechselnder nachfolgender Differenzierung einen wechselnden Arbeitsanfall in der Konstruktion - worauf noch näher einzugehen ist. Diese Schwankungen im Anfall der Konstruktionsarbeit lassen sich mit Universalmaschinen ausgleichen, deren Konstruktion unabhängig von ihrem Umsatz erfolgen kann. Zum anderen läßt die starke Gebundenheit der Sondermaschinen an bestimmte Industriezweige es geraten erscheinen, neben ihnen noch Maschinen zu bauen, die eine breite Streuung des Abnehmerkreises aufweisen, wie z.B. Universalmaschinen. Diese Tatsache veranschaulicht die folgende Tab. 23, in der die Anteile der Sondermaschinen am Gesamtwerkzeugmaschinenumsatz der Sondermaschinenhersteller aufgeführt sind. Die Zahlen beziehen sich auf die 1961 von der Statistik des VDW erfaßten Sondermaschinenhersteller.

Diese Untersuchung bestätigt, daß in der Mehrzahl der Fälle neben Sondermaschinen ein erheblicher Anteil sonstiger Maschinen gefertigt wird, bei denen es sich vor allem um Universalmaschinen handelt. Da angenommen werden kann, daß der Sondermaschinenanteil durch die langfristige Planung als grober Wert festgelegt wird, um den die tatsächlichen Werte je nach den absatzwirtschaftlichen Gegebenheiten schwanken, dürften die obigen Daten auch über das untersuchte Jahr 1961 hinaus Aussagekraft besitzen.

Tab. 23:³³⁷⁾ Anteil der Sondermaschinen am gesamten Werkzeugmaschinenumsatz bei den Sondermaschinenherstellern 1961

Anteil der Sondermaschinen am Werkzeugmaschinenumsatz in %	Zahl der Hersteller
90 - 100	3
80 - 89	-
70 - 79	3
60 - 69	-
50 - 59	2
40 - 49	1
30 - 39	4
20 - 29	3
10 - 19	1
1 - 9	3

Bei rationalisierten Maschinen, die zur Bearbeitung bestimmter Werkstücke gebaut werden, wäre eine Begrenzung des Programms auf Maschinen denkbar, die nur ganz bestimmte Bearbeitungsarten ausführen. Diese Begrenzung kann aber daran scheitern, daß etwa bei geforderter Komplettbearbeitung des Werkstücks auch Bearbeitungsarten mit erledigt werden müssen, die nicht in den ursprünglichen Rahmen des Programms fallen. So müssen etwa in einem zunächst auf Fräsarbeit spezialisierten Unternehmen auch Bearbeitungsstationen für Feinbohroperationen gebaut werden.

Während das Universalmaschinen herstellende Unternehmen mit erprobten Maschinen für den Absatz seiner Produkte werben kann, fehlt infolge mangelnder Vergleichbarkeit diese Möglichkeit bei Werkzeugmaschinen, die Einzelmaschinen darstellen. In diesem Fall ist nur eine Werbung möglich, die die technische Leistungsfähigkeit des Unternehmens zeigt. Sie

337) Nach Unterlagen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA. Es ist zu berücksichtigen, daß in einigen dieser Unternehmen neben Werkzeugmaschinen noch andere Maschinen gebaut werden. So beträgt bei 2 Herstellern mit 90 - 100 % Anteil am Werkzeugmaschinenumsatz der Anteil der Werkzeugmaschinen am Gesamtumsatz weniger als 6 %.

tritt dann besonders in Erscheinung, wenn außergewöhnlich schwierige Bearbeitungsaufgaben bewältigt werden oder bekannte Bearbeitungsaufgaben auf eine fortschrittliche Art gelöst werden, wobei die reichhaltigen technischen Mittel die Neigung hierzu fördern. Dadurch wird aber ebenfalls die Begrenzung des Programms auf bestimmte Bearbeitungsaufgaben verhindert. Einen ähnlichen Einfluß haben schließlich traditionelle und wirtschaftliche Bindungen an bestimmte Abnehmer, auf deren Wunsch hin bisher nicht behandelte Bearbeitungsaufgaben in das Programm übernommen werden.

Zusammengefaßt läßt sich feststellen, daß beim Bau rationalisierter Maschinen eine verschlechterte Wirksamkeit der Programmplanung eintritt infolge verminderter Möglichkeiten der Abstimmung des Programms auf die Kapazität einzelner Bereiche und durch im Universalmaschinenbau nicht vorhandene zusätzliche Bedingungen, die eine Begrenzung der Programmbreite behindern. Die Wirksamkeit der Planung wird nicht bei allen rationalisierten Maschinen gleichmäßig beeinträchtigt; sie hängt ab von der technischen Eigenart der Maschinen und von ihrer nachfolgenden Differenzierung.

4.12 Veränderungen bei der Materialbereitstellungsplanung

Die Materialbereitstellungsplanung zielt darauf ab, "alle die Bedingungen im voraus zu fixieren, unter denen die Erreichung des materialwirtschaftlichen Optimums möglich erscheint,"³³⁸⁾ Hierzu müssen die folgenden Zielsetzungen berücksichtigt werden:

- 1) Rechtzeitige Bereitstellung der Materialien in der erforderlichen Art, Menge und Qualität.
- 2) Beschaffung in möglichst großen Bestellmengen, da hierdurch die Mengenrabatte erhöht bzw. die Mindermengenzuschläge erniedrigt werden und die Beschaffungskosten gesenkt werden.

³³⁸⁾ Grochla, E., a. a. O., S. 29.

- 3) Möglichst geringe Lagerbestände, da hiermit die Kapitalbildung vermindert und die Lagerkosten gesenkt werden; dieses Ziel kann in zweierlei Weise erreicht werden: durch eine Verkürzung der Lagerdauer und durch eine Verminderung der Lagermengen.
- 4) Die mit der Materialbereitstellungsplanung verbundenen Kosten sollen möglichst gering sein.

Die Optimierung dieser 4 entgegengesetzten Zielsetzungen ist ein der Materialbereitstellungsplanung immanentes Problem, das in seiner allgemeinen Form nicht von den hier zu betrachtenden Veränderungen berührt wird und daher außerhalb der Betrachtung steht.³³⁹⁾ Zu untersuchen ist jedoch, in welcher Weise die Erreichbarkeit jedes der einzelnen Ziele für sich beim Bau rationalisierter Maschinen verändert wird; dabei ist die Forderung 1) (rechtzeitige Bereitstellung des Materials) als unveränderliche Größe zu sehen.

Die Bestellmengen werden sich durch die gestiegene gleichzeitige Differenzierung der Teile verkleinern; die Möglichkeit, diese Bestellmengen durch Zusammenfassen von Materialien über einen längeren Zeitraum zu erhöhen, scheitert an der gestiegenen nachfolgenden Differenzierung der Materialien.

Verkürzen der Lagerdauer

Die Gesamtlagerzeit müßte sich vermindern dadurch, daß ein gesteigener Anteil von auftragsbezogenen Spezialmaterialien bei rationalisierten Maschinen anfällt, der theoretisch nicht gelagert zu werden braucht. Die Eigenart dieser Materialien führt jedoch dazu, daß für sie kaum eine "fertigungssynchrone Anlieferung"³⁴⁰⁾ zu erreichen ist. Einmal sind gerade im Fall von Spezialmaterialien, die erstmalig von wenig bekannten Lieferanten bezogen werden, die Risiken einer nicht termingerechten Anlieferung groß, so daß bei der Festsetzung der Termine ein größerer Toleranzzeitraum zwischen Anlieferung und Verwendung geplant werden muß. Zum andern verhindern die verminderten Planungsmöglichkeiten der Fertigung

339) Vgl. hierzu die Überlegungen zur Bestimmung der optimalen Bestellmenge, z. B. bei Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. I, a. a. O., S. 273 ff.

340) Vgl. Grochla, E., a. a. O., S. 23.

eine genaue Fixierung des Bedarfszeitpunktes, so daß in diesem Fall immer mit dem frühesten Verwendungstermin zu rechnen ist. Somit ergeben sich auch für Spezialmaterialien längere Liegezeiten. Da es sich hierbei häufig um teure Halb- und Fertigfabrikate handelt, sind diese Liegezeiten vom Standpunkt der Kapitalbindung von Bedeutung.

Verminderung der Lagermengen

Theoretisch gesehen, braucht bei einer Erhöhung der gleichzeitigen Differenzierung der Teile bei gleichbleibendem Produktionsvolumen die Gesamtzahl der Teile und damit die Lagermenge nicht vergrößert zu werden. Zunächst führen die Marktverhältnisse jedoch zu einer Vergrößerung, indem die verkleinerten Bestellmengen häufig unter den Mindestbestellungen der Lieferanten liegen. In diesem Fall muß mehr bezogen werden als gebraucht wird, so daß am Ende Lagerhüter übrig bleiben. Da es sich hierbei meist um Kleinteile handelt, ist ihr Effekt auf die Kapitalkosten vernachlässigbar; jedoch nicht ihre Wirkung auf die Lagerkosten, da sie eine ständige Erschwerung der Lagerarbeit darstellen.

Die abnehmende Zahl von Teilen, die periodisch gebraucht werden³⁴¹⁾, bedeutet, falls die Bestellmengen dieser Materialien nach Verbrauch fixiert werden, daß die zulässigen Meldebestände bzw. eisernen Bestände höher anzusetzen sind, da jeweils mit den höchsten Entnahmemengen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gerechnet werden muß. Hinzu kommt noch ein besonderer Zuschlag, da der zukünftige Verbrauch nur ungenau aus dem Verbrauch der Vergangenheit zu folgern ist. Werden aber größere Bestellmengen geplant als hinterher tatsächlich benötigt werden, so wächst damit die Lagermenge.

Diese Nachteile werden vermieden, wenn das Material nach Bedarf, der aus der Stückliste zu ermitteln ist, bestellt wird. Jedoch wird hier die Berücksichtigung des Ausschusses in Verbindung mit kleinen Bestellmengen zu einer Erhöhung der Lagermengen führen. Während bei gro-

341) Vgl. die Überlegungen zur Veränderung der zeitlichen Erfüllungsbedingungen der Beschaffungsaufgabe unter 3.323.

Ben Bestellmengen der Ausschuß zunächst innerhalb der bestellten Stückzahl kompensiert werden kann, muß bei kleinen Bestellmengen von vornherein ein Ausschußersatz zusätzlich bestellt werden. Zum andern steigt der Ausschuß wahrscheinlich nicht im gleichen Maße wie die Stückzahl der Bestellmenge, so daß der Anteil der Ausschußstücke bei großen Bestellmengen relativ kleiner sein kann. Nicht benötigte Ausschußteile bedeuten aber, daß die Lagermengen erhöht werden.

Schließlich wird der Lagerbestand dadurch vermehrt, daß Spezialmaterialien,³⁴² die eventuell nur ein einziges Mal gebraucht werden, auch nach ihrer Lieferung dem Änderungseinfluß des Abnehmers unterliegen und so eventuell zu Lagerhütern werden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß, gemessen an ihren Zielsetzungen, die Wirksamkeit der Materialbereitstellungsplanung beim Bau rationalisierter Maschinen vermindert wird, da die Bestellmengen kleiner, die Lagermengen und die Lagerdauer größer werden und die Kosten zur Erfüllung der Materialbereitstellungsaufgabe steigen. Da als Hauptursache die gleichzeitige und nachfolgende Differenzierung der Teile anzusehen ist, vermindert sich die Wirksamkeit der Materialbereitstellungsplanung entsprechend dem jeweiligen Variationsgrad der rationalisierten Maschinen.

4.13 Veränderungen der Ablaufplanung

4.131 Die Ablaufplanung der Fertigung

4.1310 Vorbemerkung

Für die Arbeitsablaufplanung sind im einzelnen folgende Zielsetzungen wesentlich:

- 1) Minimierung der Durchlaufzeit³⁴²⁾,

³⁴²⁾ Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 156.

- 2) vollständige Auslastung der Arbeiter- und Betriebsmittelkapazität³⁴³⁾,
- 3) Bestimmung des Endtermins³⁴⁴⁾,
- 4) Minimierung der mit der Verfolgung dieser Ziele verbundenen Kosten.

Als Durchlaufzeit soll die Zeitspanne bezeichnet werden, die "zwischen der Auslieferung des Materials an die Werkstätten und der Fertigstellung des Produktes"³⁴⁵⁾ liegt. Offenbar wird die Durchlaufzeit dann ein Minimum, wenn Einwirkungszeiten, Liegezeiten und Transportzeiten ein Minimum werden. Eine vollständige Auslastung der Arbeiter- und Betriebsmittelkapazität wird dann erreicht, wenn Brachzeiten der Betriebsmittel und Wartezeiten der Arbeiter nicht auftreten.³⁴⁶⁾

4.1311 Kontinuierliche Fertigung

Vollständige Kapazitätsauslastung der Arbeiter und Werkzeugmaschinen und minimale Durchlaufzeit werden bei kontinuierlichem Arbeitsablauf und Aufstellung der Bearbeitungsmaschinen in der Arbeitsabfolge erreicht, also bei der Fließfertigung und angenähert bei der Reihenfertigung.

Bei den Universalmaschinen der Ausgangssituation bestand normalerweise nicht die Möglichkeit der Herstellung der gesamten Maschine in Fließfertigung; ebenso wenig reichen die Stückzahlen bei den heutigen (rationalisierten) Universalmaschinen für eine Fließfertigung der ganzen

343) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 156.

344) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 107 ff.

345) Ellinger, Th., a.a.O., S. 109.

346) Vgl. die Ausführungen zur Rationalisierung der Fertigungsverfahren im Abschnitt 1.

Maschine aus.³⁴⁷⁾ Demzufolge ist eine Fließfertigung der übrigen rationalisierten Maschinen, deren Losgrößen wesentlich kleiner sind als die der Universalmaschinen (vgl. Transferstraßen), erst recht unmöglich.³⁴⁸⁾ Jedoch bestand bei den Universalmaschinen der Ausgangssituation die Möglichkeit, wenigstens bestimmte Teile in Fließfertigung herzustellen, wie z. B. Spindeln, Vorschübe, Räderkästen; daneben wurden Baugruppen und Maschinen nach dem Fließprinzip montiert. "Wo immer Werkzeugmaschinen in Reihen gebaut werden - das ist so gut wie bei allen kleineren und mittleren Maschinen der Fall - strebt man Fließarbeit an."³⁴⁹⁾

Der Unterschied zur heutigen Situation liegt darin, daß die Möglichkeiten einer wenigstens teilweisen Fließfertigung (bzw. Reihenfertigung) nur noch für die Maschinen mit niedrigem Variationsgrad gegeben sind, wie für rationalisierte Universalmaschinen (z. B. Drehbänke³⁵⁰⁾) oder auch Mehrspindelautomaten³⁵¹⁾, während für alle Maschinenarten mit hohem Va-

-
- 347) Als seltene Ausnahme hierzu ist die Fertigung von Drehbänken auf Transferstraßen in einer russischen Werkzeugmaschinenfabrik anzusehen: "Die Moskauer Krasnii Proletarii-Werkzeugmaschinenfabrik produziert 3 Standardtypen von Drehbänken mit einer Kapazität von 1000 Drehbänken und etwa 40 Spezialdrehbänken pro Monat, die auf 2 vollautomatischen Transferstraßen hergestellt werden ...". Anonym, Die russische Werkzeugmaschinenindustrie, in: Automatisierung, 5. Jg., 1960, H. 11, S. 23.
- 348) Wie ein Vergleich der Losgrößenverteilung unter 2.24 zeigt, entsprechen Forderungen dieser Art, wie sie etwa von Melman in seinem Bericht erhoben werden, keineswegs den tatsächlichen Gegebenheiten. Melman, S., Bericht über die Produktivität der Fertigung in der Werkzeugmaschinenindustrie Westeuropas, veröffentl. von der OEEC, Europäische Produktivitätszentrale, Paris 1959, Projekt EPA Nr. 420.
- 349) Kienzle, O., Tatsachen und Bilder aus deutschen Werkzeugmaschinenfabriken, in: Werkstatttechnik und Maschinenbau, 41. Jg., 1951, H. 8, S. 310/312.
- 350) Hof, H., Fließende Fertigung und Montage von Werkzeugmaschinen, in: Heyligenstaedt-Mitteilungen (Giessen 1961).
- 351) Lauke, H. L., Betriebliche Arbeitsflußgestaltung - ein Weg zur Senkung der Fertigungskosten, in: Werkstatttechnik, 52. Jg., 1962, H. 4, S. 188.

riationsgrad, wie z.B. Sondermaschinen, von diesen Möglichkeiten im allgemeinen infolge zu kleiner Stückzahlen gleicher Teile kein Gebrauch gemacht werden kann.

4.1312 Optimierung von Durchlaufzeit und Kapazitätsauslastung

Sowohl die einzelne Universalmaschine wie die einzelne hochrationalisierte Werkzeugmaschine (z. B. Transferstraße) sind aus einer großen Anzahl verschiedener Einzelteile aufgebaut, die sich in den für die Ablaufplanung relevanten Größen, wie Zahl, Reihenfolge und Dauer der Arbeitsgänge unterscheiden. Die gleichzeitige Differenzierung rationalisierter Werkzeugmaschinen bedeutet, daß Anteile der einzelnen Bearbeitungsarten bei jeder Maschine anders sind; mit wechselnder Zusammensetzung des Programms ist ein ständiger Wechsel in der Proportionierung der in den Planungsperioden anfallenden Anteile einzelner Bearbeitungsarten an der Gesamtbearbeitungszeit verbunden. Das gilt aber im allgemeinen auch für den Universalmaschinenbau: Da normalerweise mehrere Universalmaschinenarten nebeneinander gebaut werden, bei den einzelnen Arten aber die Proportionierung der Bearbeitungsarten unterschiedlich ist, wechselt der Gesamtanfall der einzelnen Bearbeitungszeiten mit der Programmzusammensetzung.³⁵²⁾ Daß die Anteile der einzelnen Bearbeitungsarten bei den verschiedenen Maschinen stark variieren, und zwar ebenso stark zwischen Universalmaschinen unterschiedlicher Typen wie zwischen den einzelnen Transferstraßen, zeigt die

352) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 79, der allgemein für die alternative Produktion betont, daß eine "Harmonisierung" des Fabrikationsprogramms, bei der für die verschiedenen Erzeugnisse der Anteil der Bearbeitungsbeiträge der einzelnen Produktionsmittel an der Gesamtbearbeitung konstant wäre, nur näherungsweise zu erreichen ist.

Tab. 24.³⁵³⁾

Tab. 24.³⁵⁴⁾ Extreme Anteile einzelner Bearbeitungsarten bei Universalmaschinen und Sondermaschinen

Bearbeitungsart	Transferstraßen		Universalmaschinen	
	max (%)	min (%)	max (%)	min (%)
Koordinatenbohren	10	5	0,3	-
Drehen	16	15	36	15
Schleifen	14	6	10	7
Großhobeln	8	4	10	2
Kleinhobeln	4	1	4	1
Langfräsen	6	4	4	1
Zahnradfräsen	5	2	11	7
Universalfräsen	11	6	12	6
Bohren	9	7	13	14
Härten	6	2	3	1
Flaschnerarb./				
Schweißen	14	6	6	1
Bohrwerksarb.	16	10	15	10

Mit den vorangegangenen Überlegungen lassen sich die Schwierigkeiten erkennen, die die Forderung nach kürzester Durchlaufzeit bei vollständiger Kapazitätsauslastung in sich birgt. Da die Zahl verschiedener Teile und die unterschiedliche Reihenfolge ihrer Bearbeitungsgänge eine Aufstellung der Maschinen nach der Arbeitsabfolge unmöglich macht und eine

353) Für eine Gruppe von 10 beliebigen Transferstraßen und eine Gruppe 7 beliebiger Universalmaschinen wurden die in jeder Gruppe auftretenden maximalen und minimalen Anteile an den einzelnen Bearbeitungsarten zusammengestellt. Die Zahl der untersuchten verschiedenen Maschinen bedingt, daß die absolute Höhe der Anteile keine allgemeingültige Aussagekraft besitzt; jedoch reicht die Zahl der untersuchten Maschinen aus, um die Vermutung vergleichbarer Schwankungen von rationalisierten Maschinen und Universalmaschinen zu erhärten.

354) Untersuchung des Verfassers.

Aufstellung nach dem Werkstättenprinzip erzwingt, müssen die dadurch verlängerten Transportwege zwangsläufig zu einer Verlängerung der Durchlaufzeit führen. Die unterschiedliche Länge einzelner Arbeitsgänge und die bei den einzelnen Maschinen wechselnde Proportionierung der Bearbeitungsarten hinsichtlich ihrer Anteile an der Gesamtzeit bedeuten, daß die Forderung kürzest möglicher Durchlaufzeit bei vollständiger Kapazitätsauslastung prinzipiell nicht zu verwirklichen ist: Die unterschiedliche Länge der Bearbeitungsgänge muß bei einer begrenzten Zahl von Bearbeitungsmaschinen zu Stauungen der Werkstücke oder zu stillstehenden Maschinen führen; das gleiche Ergebnis bringt die wechselnde Proportionierung der Bearbeitungsarten, indem sie zu einer mangelnden Übereinstimmung der geforderten Proportionierung verschiedenartiger Betriebsmittelkapazitäten mit den tatsächlichen führt.

Da zwischen den Wartezeiten des Materials einerseits und den Wartezeiten der Arbeiter und Betriebsmittel andererseits ein Austauschverhältnis besteht, derart, daß durch erhöhte Liegezeiten des Materials die Kapazitätsausnutzung verbessert werden kann und durch eine Verschlechterung der Kapazitätsauslastung die Liegezeiten des Materials verkürzt werden können, ist zwischen diesen gegenläufigen Tendenzen ein Optimum denkbar.³⁵⁵⁾

Dieses Optimum wird aber weder beim Bau von Universalmaschinen in Serienfertigung noch beim Bau von rationalisierten Maschinen in Einzelfertigung ermittelt. Abgesehen davon, daß seine mathematisch exakte Bestimmung vorläufig nicht möglich ist, haben Verfahren zu seiner näherungsweisen Bestimmung³⁵⁶⁾ bisher keinen Eingang in die Ablaufplanung des Werkzeugmaschinenbaus gefunden.

Der in der Praxis eingeschlagene Weg besteht vielmehr darin, die möglichst vollkommene Erfüllung einer Forderung anzustreben und dem die Erfüllung der zweiten Forderung unterzuordnen. Sowohl bei hohen Stückzahlen im Universalmaschinenbau wie bei niedrigen im Sondermaschinen-

355) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 80; Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 157 spricht im Hinblick auf die Schwierigkeiten beim Ausgleich zwischen diesen gegenläufigen Tendenzen vom "Dilemma der Ablaufplanung".

356) Vgl. Pahlitzsch, G., Berr, U., Über mathematische Modelle zur Fertigungssteuerung in der Metallindustrie, in: Werkstattstechnik, 50. Jg., 1960, H. 9, S. 465 - 470.

bau ist der Ausgangspunkt der Planung das Streben nach vollständiger Kapazitätsauslastung, wobei die Auslastung der Beschäftigten den Vorrang vor der Auslastung der Betriebsmittel hat. Während hinsichtlich der Optimierung von Kapazitätsauslastung und Durchlaufzeit für die Wirksamkeit der Planung die gleichen Bedingungen bestehen, unabhängig davon, ob es sich um Einzel- oder Serienfertigung handelt, zeigen sich Unterschiede, wenn die in der Praxis übliche getrennte Realisierung der Planungsziele mit dem Vorrang der vollständigen Kapazitätsauslastung betrachtet wird.

4. 1313 Verkürzung der Durchlaufzeit bei gegebener Kapazitätsauslastung

Untersucht man zunächst die Kapazitätsauslastung, so läßt sich für die Beschäftigten in der Fertigung im allgemeinen eine vollständige Auslastung erkennen; bei stark wechselndem Anfall verschiedenartiger Aufgaben wird sie erreicht durch den Einsatz von "Springern", d.h. Beschäftigten, die verschiedenartige Aufgaben übernehmen können. Bei den Betriebsmitteln können mit wachsender nachfolgender Differenzierung aus technischen Gründen erforderliche Spezialmaschinen (z.B. Großmaschinen) schlechter zeitlich ausgenutzt werden. Ebenso sinkt mit steigender gleichzeitiger und nachfolgender Differenzierung die leistungsmäßige und qualitative Ausnutzung der Betriebsmittelkapazität.^{356a)} Der Tatsache entsprechend, daß die vollständige Kapazitätsauslastung das primäre Planungsziel bildet, ist damit zu rechnen, daß sich die Unterschiede in der Wirksamkeit der Planung weniger stark im Grade unterschiedlicher Kapazitätsauslastung als vielmehr in der unterschiedlichen Länge der Durchlaufzeit zeigen werden. Im folgenden soll daher untersucht werden, welche veränderten Bedingungen für die Verkürzung der Durchlaufzeit beim Bau rationalisierter Maschinen bestehen - unter der Voraussetzung möglichst vollständiger Kapazitätsauslastung.

^{356a)} Vgl. Rohs, H. G., Die Erfassung der Fertigungsaufgaben für spanende Werkzeugmaschinen, Habil. - Schrift Aachen 1960.

Prinzipiell lassen sich Durchlaufzeiten verkürzen:

- 1) durch eine Erhöhung der Bearbeitungsintensität,
- 2) durch eine Erhöhung der zeitlichen Konzentration.³⁵⁷⁾

Die Bearbeitungsintensität ist "ein Maß für das je Zeiteinheit zum Einsatz gelangende Arbeitsquantum" ³⁵⁸⁾. Mit dem Begriff der "zeitlichen Konzentration" soll nach ELLINGER "die gedrängte zeitliche Aneinanderreihung von Arbeitsabschnitten" verstanden werden.³⁵⁹⁾

Erhöhung der Bearbeitungsintensität

Hinsichtlich der Intensität der Bearbeitung ergibt sich eine Reihe von Unterschieden zwischen Universalmaschinen der Ausgangssituation und rationalisierten Maschinen, z. T. aus der technischen Eigenart der Maschinen, z. T. aus ihrer erhöhten Differenzierung. Die erhöhte Genauigkeit der Teile kann zu einer Verminderung der Intensität führen: Bei der Maschinenbedienung, bei der Kontrolle und bei der Montage erfordert sie ein "vorsichtigeres" Vorgehen, d. h. ein feineres Dosieren der Arbeitsmenge pro Zeiteinheit. Bei der maschinellen Bearbeitung zwingt erhöhte Genauigkeit eventuell zu einer Herabsetzung der Zerspanungsleistung, da infolge zu großer Schnittkräfte und Erwärmung Verformungen des Werkstückes eintreten können.

Die erhöhte Differenzierung der Werkstücke läßt den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Werkzeuge zur Erhöhung der Zerspanungsleistung nicht zu, da dieser Verwendungsfall meist eng an das zu bearbeitende Werkstück gebunden ist.

Vorteilhaft auf die Bearbeitungsintensität muß sich die bei Sondermaschinen übliche Baukastenbauweise auswirken. Sie bedeutet eine erhöhte Teilbarkeit des Produktes und damit eine verminderte "räumliche Konzentration" der zu bearbeitenden Stellen³⁶⁰⁾, die eine Erhöhung der Be-

357) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 158, der hinsichtlich dieser Prinzipien von Nebeneinander- und Nacheinanderschalten der Arbeitsgänge spricht.

358) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 58.

359) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 32.

360) Zum allgemeinen Einfluß einer Aufteilung des Gesamtproduktes auf die Bearbeitungsintensität vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 60.

arbeitsintensität erlaubt. Dabei soll unter räumlicher Konzentration nach ELLINGER "eine gedrängte räumliche Anordnung" verstanden werden. Mit diesem Begriff kann "die gegenseitige Anordnung von ganzen Körpern oder auch nur von Flächen oder Punkten innerhalb derselben" gekennzeichnet werden.³⁶¹⁾

In der Montage verursachen verstärkte räumliche Konzentration der zu montierenden Teile und der Zwang zu einer bestimmten Reihenfolge³⁶²⁾ eine verminderte Arbeitsintensität. Erhöhte räumliche Konzentration liegt vor innerhalb der Steuerungsaggregate elektrischer und hydraulischer Art, die möglichst kompakt gebaut werden sollen. An den Maschinen selbst erhöht sich die räumliche Konzentration, wenn die Rationalisierung der Maschine durch zusätzliche Mittel bewirkt wird, wie etwa durch Vermehrung der Werkzeuge und der Zahl der Arbeitsspindeln und durch zusätzlichen Anbau von Einrichtungen zur Werkstückhandhabung und Steuerung. Selbstverständlich ist der Grad der räumlichen Konzentration stark von der Eigenart der Maschine abhängig: So ist er z.B. bei Rundtisch- und Trommelmaschinen stärker als bei Transferstraßen.

Zwischen den einzelnen neu hinzugetretenen Montageaufgaben besteht bei Transferstraßen der Zwang zu einer bestimmten Reihenfolge etwa in folgender Weise: Mechanische Montage - Anbau der Hydraulik - Anbau der elektrischen Steuerung - Ausrichtung der Maschine - Erprobung der Anlage. Das bedeutet, daß auch dann, wenn die räumliche Konzentration es zulassen würde, die Intensität der Montagearbeit eingeschränkt wird, da bestimmte Arbeiten nicht gleichzeitig sondern nur nacheinander erledigt werden können.

Besonders nachteilig muß sich die geringe Arbeitsintensität beim Probe-
lauf der zur Bearbeitung eines bestimmten Werkstückes ausgelegten Maschinen auswirken. Die Intensität der Arbeit, um bei Maßabweichungen des Werkstückes die Maschine zu korrigieren, ist begrenzt durch den Rhythmus der Maschine. Gehen die Maßabweichungen auf unbekannte Ursachen zurück, so ist die Menge der Arbeit, die eingesetzt werden

361) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 60.

362) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 63.

kann, um diese Ursachen zu finden, beschränkt durch die begrenzte Zahl von Personen, die für diese Aufgaben überhaupt in Frage kommen - abgesehen davon, daß die Geschwindigkeit, mit der Fehlerursachen entdeckt werden können, nur z. T. von der Quantität des Arbeitseinsatzes abhängt. Dementsprechend kann der Zeitaufwand bei der Erprobung der Maschinen eine beträchtliche Höhe³⁶³⁾ erreichen und einen erheblichen Anteil der Durchlaufzeit ausmachen.³⁶⁴⁾

Erhöhung der zeitlichen Konzentration

Damit Arbeitsgänge möglichst dicht aufeinander folgen und Liegezeiten vermieden werden, ist zweierlei erforderlich:

- 1) Das Teil muß sofort nach Beendigung des Arbeitsganges zur folgenden Maschine transportiert werden.
- 2) Diese Maschine muß für die Bearbeitung des ankommenden Werkstückes frei sein.

Ob das Teil sofort nach Beendigung des Arbeitsganges zur folgenden Maschine transportiert wird, hängt von der Eigenart der Transportorganisation ab. Eine zentrale Arbeitsverteilung erlaubt unabhängig davon, ob es sich um Einzel- oder Serienfertigung handelt, eine sofortige Information des Transportarbeiters; bei genügender Anzahl von Transportmitteln wäre in jedem Fall ein sofortiger Transport möglich; jedoch ist im allgemeinen die Zahl der Transportmittel begrenzt.

Bei gleicher Transportmittelknappheit ergeben sich jedoch für eine Fertigung mit hohen Losgrößen gegenüber einer Fertigung mit kleinen Losgrößen kürzere Wartezeiten der Teile. Große Losgrößen bedeuten, daß viele Teile gleichzeitig über die gleiche Strecke transportiert werden können; damit wird die Transportmittelkapazität besser ausgenutzt, und die Transportmittel können öfter gleiche Arbeitsplätze anfahren.

Infolge der mangelnden Harmonisierung von Zusammensetzung des Programms und Zusammensetzung der Kapazität sind Engpässe weder bei einer Fertigung mit hohen Losgrößen noch bei einer Fertigung mit klei-

363) 'In extremen Fällen betrug bei Sondermaschinen für neuartige Bearbeitungsaufgaben die Erprobungszeit mehr als ein Jahr.

364) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 120.

nen Losgrößen zu vermeiden, so daß sich in jedem Fall Liegezeiten der Werkstücke ergeben. Sieht man von dieser prinzipiellen Gegebenheit ab, so ist die Exaktheit der Belastungsplanung vor allem ausschlaggebend dafür, ob Maschinen noch belegt sind, wenn nachfolgende Teile schon bereit stehen. Hier ergibt sich ein Unterschied zwischen dem Bau von Universalmaschinen und dem Bau von rationalisierten Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung. Beim Bau von Universalmaschinen gestatten die aus den vorangegangenen Fertigungsprozessen gewonnenen Erfahrungen eine genaue Übersicht über die einzelnen Bearbeitungszeiten der Teile. Bei der erstmaligen Fertigung von neuen Teilen läßt sich nicht voraussehen, inwieweit die geschätzten Fertigungszeiten von tatsächlich sich ergebenden abweichen; wobei diese Abweichungen dann besonders groß werden, wenn bei der Bearbeitung Schwierigkeiten oder Störungen auftreten. Die schlechteren Möglichkeiten einer vorausschauenden Bearbeitungszeitermittlung müssen dazu führen, daß Maschinen länger von einzelnen Teilen belastet werden als erwartet wurde, so daß hier eine Ursache höherer Liegezeiten bei der Fertigung neuer Teile liegt.

4.1314 Bestimmung des Fertigungsendtermins

Eine exakte Vorausbestimmbarkeit des Fertigungsendtermins ist nur bei dem kontinuierlichen Verfahren der Fließfertigung gegeben. Bei den unterbrochenen Verfahren (Serien- und Einzelfertigung) sinkt die Vorausbestimmbarkeit in dem Maße, wie die nachfolgende Differenzierung der Maschinen wächst. Bei Maschinen, zwischen denen keine nachfolgende Differenzierung besteht (Universalmaschinen der Ausgangssituation und bestimmte rationalisierte Maschinen), ist aus vorangegangenen Fertigungen die Durchlaufzeit der Maschinen bekannt; Abweichungen, die sich dadurch ergeben, daß mit zunehmender Wiederholung der Arbeitsaufwand sinkt, können vernachlässigt werden. Bei rationalisierten Maschinen mit nachfolgender Differenzierung wird vielfach die Durchlaufzeit über einen Vergleich des Angebotspreises oder der Selbstkosten schon gefertigter Maschinen mit den zu bauenden bestimmt. Abgesehen von den Schwierigkeiten, die Verkaufspreise von noch nicht gefertigten Ma-

schinen im Stadium des Angebotes³⁶⁵⁾ festzulegen, trägt die Abhängigkeit des Verkaufspreises von der wechselnden Marktlage zu Ungenauigkeiten in der ermittelten Durchlaufzeit bei.³⁶⁶⁾ Bei Zugrundelegung der Selbstkosten führt einmal die nicht eindeutige Abhängigkeit der Materialkosten von den Bearbeitungskosten³⁶⁷⁾, zum anderen die Tatsache, daß der Zusammenhang zwischen Bearbeitungszeit und Durchlaufzeit durch die Arbeitsintensität mitbestimmt wird, zu Ungenauigkeiten. Somit kann es sich bei den auf diese Weise ermittelten Durchlaufzeiten nur um Näherungswerte handeln.³⁶⁸⁾ Hinzu kommt, daß sich Störungen (Änderungswünsche des Abnehmers, Schwierigkeiten bei der Bearbeitung und vor allem beim Probelauf) nicht vorhersehen lassen. Infolge der Interdependenz des betrieblichen Geschehens führen nicht nur Störungen an der betrachteten, sondern auch Störungen an anderen Maschinen zur Veränderung der Durchlaufzeit. Die Unsicherheiten, mit denen die Planung des zeitlichen Ablaufes behaftet ist, lassen eine eindeutige Fixierung des Fertigungsendtermines nicht zu; er kann vielmehr nur innerhalb eines gewissen Toleranzbereiches festgelegt werden, der mit ELLINGER als "Ablauftoleranz" bezeichnet werden soll.³⁶⁹⁾ Die Ablauftoleranz engt zwar die Gefahr von Terminüberschreitungen ein; verhindert aber gleichzeitig einen gestrafften Ablauf der Fertigung. Auch eine große Ablauftoleranz kann jedoch nicht verhindern, daß bei der Fertigung von Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung unvorhergesehene Schwierigkeiten beim Probelauf so groß sind, daß Endtermine nicht eingehalten werden können.

365) Vgl. die Ausführungen bei der Behandlung der Absatzanbahnung unter 3, 121.

366) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 110.

367) Näheres vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 110/111.

368) Daß auch bei der Produktion von Maschinen in hoher nachfolgender Differenzierung eine exaktere Ermittlung der Durchlaufzeit möglich ist mit Hilfe von auf statistischen Untersuchungen basierenden spezifischen Durchlaufkurven, die für Maschinen mit vergleichbarem Verlauf der Bearbeitungsintensität über der Durchlaufzeit ein Ablesen der Durchlaufzeit bei bekannter Lohnsumme gestatten, zeigen Weinberg, F., a.a.O., S. 14; Ruegg, R., a.a.O., S. 110, 114; Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 124.

369) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 72.

4.1315 Zusammenfassung

Gemessen an den Planungszielen: vollständige Kapazitätsauslastung, Minimierung der Durchlaufzeit, exakte Vorherbestimmung des Liefertermins bei möglichst geringem Aufwand zur Erfüllung dieser Ziele, ergibt sich beim Bau rationalisierter Maschinen eine verminderte Wirksamkeit der Planung. In dem Maße, wie die Differenzierung der Produkte wächst, vermindern sich die Möglichkeiten einer wenigstens teilweisen Reihenfertigung, erhöhen sich die Liegezeiten des Materials und damit die Durchlaufzeit des Produktes und nimmt die exakte Vorausbestimmbarkeit des Fertigungsendtermins ab. Die veränderte technische Eigenart der rationalisierten Produkte (Genauigkeit, erhöhte räumliche Konzentration) führt zu verminderter Intensität des Arbeitseinsatzes und damit ebenfalls zu verlängerter Durchlaufzeit.

4.132 Die Ablaufplanung der Konstruktion

Aus zwei Gründen gewinnt eine Arbeitsablaufplanung der Konstruktion erhöhte Bedeutung:

- 1) Je größer die Zahl der in der Konstruktion Beschäftigten wird, umso größer werden auch die Kosten für das Unternehmen, die mit einem nicht voll ausgelasteten Konstruktionsbüro verbunden sind.
- 2) Während bei der Neukonstruktion und Weiterentwicklung von Universalmaschinen das Unternehmen für die Einhaltung des Endtermins der Konstruktion einer bestimmten Maschine nur sich selbst gegenüber verantwortlich ist, ist es bei auftragsabhängiger Fertigung über den Liefertermin auch an die Einhaltung eines bestimmten Konstruktionsendtermins gebunden. Da die Durchlaufzeit durch die Konstruktion einen beträchtlichen Anteil der Gesamtdurchlaufzeit ausmachen kann (bei Transferstraßen etwa ein Viertel der Gesamtdurchlaufzeit je nach Anteil der Neukonstruktion), kommt der Bestimmung des Konstruktionsendtermins gesteigerte Bedeutung zu.

Es seien zunächst die veränderten Bedingungen einer vollständigen Beschäftigtenauslastung beim Bau rationalisierter Maschinen näher betrachtet - dann die veränderten Bedingungen für eine exakte Vorherbestimmung des Konstruktionsendtermins. Bei auftragsunabhängigen Universalmaschinen ist der Anfall der Konstruktionsarbeit unabhängig von den Schwankungen des Produktionsvolumens. Diese Tatsache veranschaulicht Abb. 20.³⁷⁰⁾ Während die Selbstkosten zwischen 1955 und 1958 schwanken, blieben die Konstruktionskosten nahezu konstant; der Anstieg der Konstruktionskosten ab 1958 erklärt sich aus der Neukonstruktion nicht mehr wettbewerbsfähiger Universalmaschinen. Dementsprechend kann bei Neukonstruktion und Weiterentwicklung solcher Maschinen das Quantum der Konstruktionsarbeit an die vorhandene Beschäftigungskapazität angepaßt werden.

Dem steht bei rationalisierten auftragsabhängigen Maschinen mit hohem Anteil an Neukonstruktion eine enge Abhängigkeit zwischen der Quantität der aufzuwendenden Konstruktionsarbeit und dem Produktionsvolumen gegenüber. Abb. 21³⁷¹⁾ veranschaulicht diesen Tatbestand für Sondermaschinen.

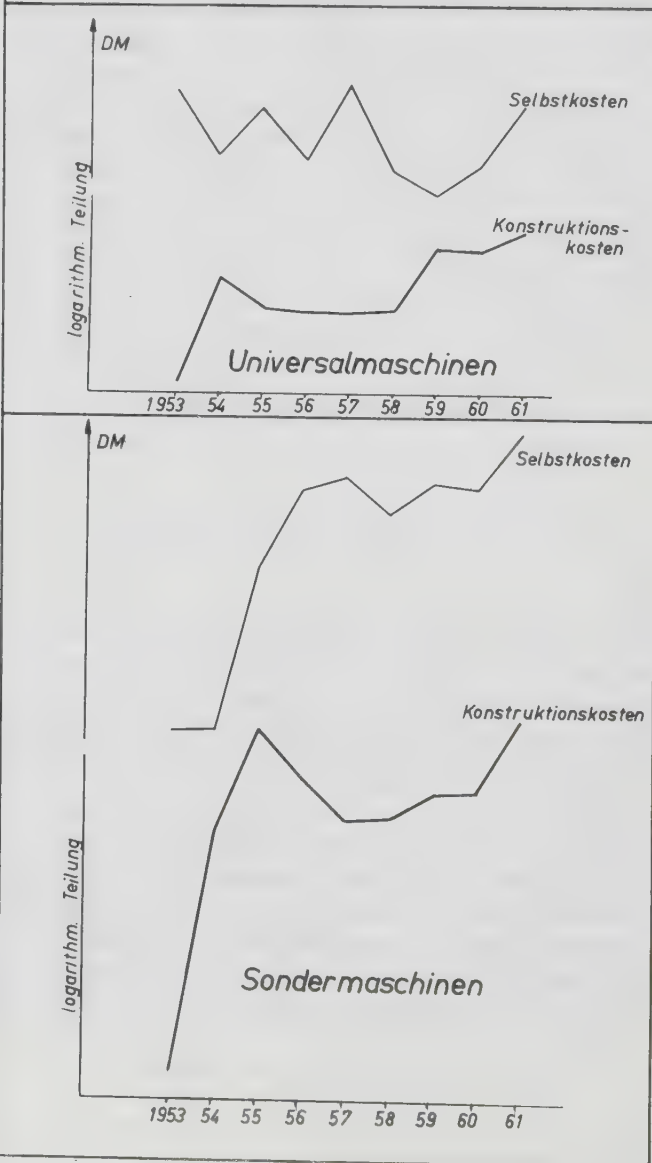
Die Anpassung an Belastungsschwankungen stellt somit eine Aufgabe dar, die im Universalmaschinenbau der Ausgangssituation nicht existierte.

Kurzzeitige Schwankungen entstehen daraus, daß bei den rationalisierten Maschinen der jeweilige Anteil an Neukonstruktion stark wechseln kann, so daß auch bei konstantem Produktionsvolumen der Anfall der Konstruktionsarbeit variiert. Die Schwankungen in der absoluten Menge des Konstruktionsanfalls wachsen dabei mit dem Umfang

370) Hierzu wurden vom Verfasser innerhalb einer Unternehmung mit mehr als 500 Beschäftigten für die Jahre 1953 - 1961 das jährl. Produktionsvolumen (Selbstkostensumme) und die jährl. Konstruktionskosten für Universalmaschinen ermittelt.

371) Es gelten die unter Anmerkung 370) gemachten Angaben entsprechend für Sondermaschinen.

Abb. 20. Abhängigkeit der Konstruktionsarbeit vom Produktionsvolumen



der Maschinen. Diese Tatsache veranschaulicht Tab. 25 für Sondermaschinen. Spalte 2 zeigt die extremen Anteile der Konstruktionskosten an den Nettoselbstkosten (Selbstkosten-Konstruktionskosten-Modellkosten). Spalte 3 zeigt die extremen Absolutwerte, wobei diese Werte nicht identisch sind mit den extremen Anteilen.

Tab. 25:³⁷²⁾ Wechselnder Konstruktionsanfall bei Sondermaschinen

Maschinenart	Zahl der unters. Maschinen	Konstruktionskosten- anteil		Konstruktions- stunden	
		max	(%) min	max	min
Transferstr.	45	29	4,5	19000	2000
Schalttisch- maschinen	83	53	4	5400	200
Mehrwege- maschinen	63	47	1,5	2000	50

Eine weitere Erschwerung des Belastungsplanes ergibt sich aus der technischen Eigenart der rationalisierten Werkzeugmaschinen, die dazu führt, daß für die verschiedenartigen Konstruktionsaufgaben eine Spezialisierung der Beschäftigten erforderlich wird, etwa auf die Konstruktion von elektrischen Steuerungen, von Hydraulikaggregaten, von Vorrichtungen zur Werkstückhandhabung und der eigentlichen Maschine. Diese Spezialisierung bedeutet eine geringere Teilbarkeit³⁷³⁾ des Faktors Arbeit in der Konstruktion; die Erschwerung der Belastungsplanung entsteht dadurch, daß die verschiedenen Arten der Konstruktionsarbeit nicht in jedem Fall

372) Untersuchung des Verfassers. Bei den untersuchten Maschinen handelt es sich um die Gesamtzahl der innerhalb eines bestimmten Zeitraumes in einer Unternehmung des Sondermaschinenbaus mit über 500 Beschäftigten produzierten Maschinen; sie dürften genügen, um die Schwankungen der Konstruktionsanteile zu veranschaulichen.

373) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 146.

in der gleichen Proportion anfallen, wie sie durch die Zusammensetzung der Beschäftigten gegeben ist.

Für eine vorausschauende Ermittlung der zur Bestimmung des Konstruktionsendtermins nötigen Durchlaufzeit bestehen beim Bau rationalisierter Maschinen folgende Möglichkeiten: Als Ausgangsgröße zur Bestimmung der Durchlaufzeit eignet sich am besten die Summe der für einen Auftrag nötigen Konstruktionsstunden. Diese Summe ist aber im voraus nicht bekannt; jedoch könnte sie über die Konstruktionsstundensumme schon konstruierter Maschinen geschätzt werden. Als Kriterium für ähnliche Maschinen reicht aber nach Erfahrungen der Praxis der Angebotspreis der Gesamtmaschine nicht aus; vielmehr sind hierzu auch konstruktive Eigenheiten zu berücksichtigen. Um den Einfluß dieser konstruktiven Eigenheiten beurteilen zu können, müßten die Konstruktionsstunden detailliert für einzelne Bauelemente bekannt sein. Abgesehen von der Abneigung der Konstrukteure gegen eine ins Einzelne gehende Kontrolle der Konstruktionsarbeit, bereitet die detaillierte Erfassung auch Schwierigkeiten, die in der Eigenart der Konstruktionsarbeit begründet liegen. Vielfach verlangen die zur Konstruktion eines bestimmten Bauelementes erforderlichen Überlegungen, daß gleichzeitig aus der Konstruktion anderer Bauelemente herrührende Probleme mit in die Betrachtung einbezogen werden. Allerdings verbessern sich die Möglichkeiten einer klaren Zuordnung des Konstruktionszeitaufwandes zu bestimmten Bauelementen, je mehr es sich um routinemäßige Arbeiten handelt (etwa Ausführungen von Detailzeichnungen). Somit ergibt sich, daß die zur Vorausbestimmung der Konstruktionszeit zur Verfügung stehenden Unterlagen notwendigerweise unvollkommen sind.

Die Planung der Durchlaufzeit wird weiter dadurch erschwert, daß die mögliche Intensität der Konstruktionsarbeit nur schwer im voraus abzuschätzen ist. Einerseits ist nicht vorhersehbar, in welcher Weise die Gesamtkonstruktionsaufgabe auf verschiedene Bearbeiter aufgeteilt werden kann (unbekannte Belastung der einzelnen Beschäftigten), zum andern unterliegt die Arbeitsintensität der einzelnen Beschäftigten selbst nicht vernachlässigbaren Schwankungen.

Die Abb. 22 zeigt die Abhängigkeit des Konstruktionskostenanteils vom Produktionsvolumen.

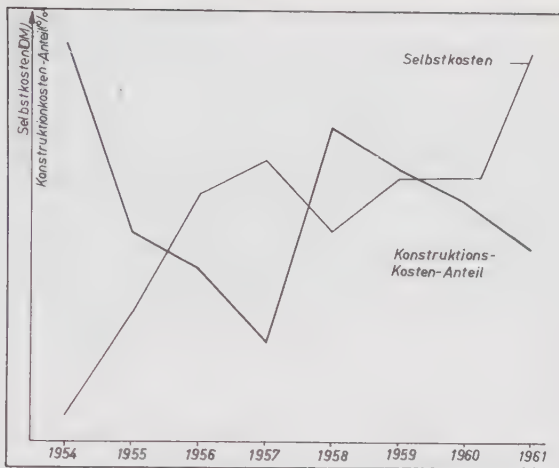


Abb. 22:³⁷⁴⁾ Selbstkosten und Konstruktionskostenanteil bei Sondermaschinen

Es ist zu erkennen, daß bei zunehmendem Produktionsvolumen und damit steigender Beschäftigung der Anteil der Konstruktionskosten sinkt; dieser Effekt dürfte wesentlich auf die intensitätsmäßige Anpassung der Konstruktion an Beschäftigungsänderungen zurückzuführen sein.³⁷⁵⁾

Somit ergeben sich beim Bau rationalisierter Maschinen erschwerte Planungsbedingungen für die Auslastung der Beschäftigten und die Bestim-

374) Für eine Unternehmung mit über 500 Beschäftigten wurden vom Verfasser für die innerhalb eines Jahres verkauften Sondermaschinen die Summe der Konstruktionskosten und die Summe der Selbstkosten ermittelt, so daß der zeitliche Vorlauf des Konstruktionsanfalls vor dem Verkauf der Maschine ausgeschaltet ist.

375) Da es sich um eine Zufallsstichprobe handelt, ist aufgrund der einleitenden Überlegungen unter 4.0 anzunehmen, daß auch in anderen Unternehmen die Arbeitsintensität der Konstruktion von der Beschäftigung abhängt.

mung des Konstruktionsendtermins. Diese Schwierigkeiten sind umso geringer, je weniger Neukonstruktion an den einzelnen Maschinen ist. In vielen Fällen hat die wirtschaftliche Entwicklung der Nachkriegszeit dazu geführt, daß im Konstruktionsbereich diese Schwierigkeiten nicht voll sichtbar werden. Ein hoher Auftragsbestand und damit lange Lieferfristen ermöglichen einen zeitlichen Ausgleich des Konstruktionsanfalls, der Probleme der Unterbeschäftigung und der Terminbestimmung nicht hervortreten läßt. Eine weitere Ausgleichsmöglichkeit stellt schließlich die Fremdvergabe von Konstruktionsarbeiten dar.

4.2 Veränderungen der Organisation

4.20 Vorbemerkung

Die bei der Planung gefundene Kombination der Faktoren und die dadurch gegebene Ordnung des betrieblichen Geschehens soll durch die Organisation in die Realität übertragen werden.³⁷⁶⁾ Hierzu sind die einzelnen Aufgaben in bestimmter Weise "Aufgabenträgern" zuzuordnen, so daß ein "komplexes Gefüge verschiedenartiger Beziehungen" entsteht.³⁷⁷⁾ 378) Für die weitere Untersuchung erscheint es zweckmäßig, die sich bei der Organisation ergebenden verschiedenartigen Beziehungen in ihrer Abhängigkeit vom Bau rationalisierter Maschinen entsprechend folgender Gliederung³⁷⁹⁾ zu betrachten:

376) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 169; vgl. auch Lohmann, M., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 3. Aufl., Tübingen 1959, S. 236.

377) Kosiol, E., Organisation..., a.a.O., S. 76.

378) Vgl. auch Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 171; und das Herausheben einer organisatorischen Beziehungslehre bei Nordsieck, F., Rationalisierung der Betriebsorganisation, Stuttgart 1955, S. 76 ff.

379) Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 72.

- 1) Das Verteilungssystem der Aufgaben.
- 2) Der Leitungszusammenhang.
- 3) Der Arbeitszusammenhang.

Das Verteilungssystem der Aufgaben entsteht daraus, daß die durch ihren sachlichen Inhalt gekennzeichneten Aufgaben zu ihrer Erfüllung auf Personen als Aufgabenträger verteilt werden müssen.³⁸⁰⁾ Der Leitungszusammenhang ergibt sich dadurch, daß Leitungsbefugnisse der Geschäftsleitung auch auf untergeordnete Instanzen delegiert werden.³⁸¹⁾ Der Arbeitszusammenhang schließlich ist eine Folge der zwischen einzelnen Stellen und Abteilungen notwendigen Informations- und Kooperationsbeziehungen.³⁸²⁾

4.21 Veränderungen im Verteilungssystem der Aufgaben

Zu ihrer Verteilung auf Aufgabenträger werden Elementaraufgaben zu Aufgabenkomplexen vereinigt, Kleinsten auf eine Person - vom Personenwechsel unabhängiger - bezogener Aufgabenkomplex ist die "Stelle"³⁸³⁾; dieser Aufgabenkomplex stellt die Funktion des einzelnen Aufgabenträgers dar. Mehrere Stellen können zusammengefaßt und unter einheitliche Leitung gestellt werden zu einer "Abteilung"³⁸⁴⁾. Von den Prinzipien, die die Verteilung der Aufgaben auf Stellen und Abteilungen bestimmen, werden für diese Betrachtung vor allem zwei relevant:

- 1) Es sollen möglichst gleichartige Teilaufgaben zu Aufgabenkomplexen der Stellen und Abteilungen zusammengefaßt werden³⁸⁵⁾, um so die

380) Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 77.

381) Vgl. Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 119.

382) Vgl. Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 78.

383) Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 89/90; vgl. Nordsieck, F., a.a.O., S. 126/127.

384) Vgl. Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 92.

385) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 182.

Vorteile der Arbeitsteilung³⁸⁶⁾ und Spezialisierung zu erzielen.

- 2) Die Aufgabenkomplexe der Stellen und Abteilungen sollen klar abgegrenzt sein, um so eindeutige Zuständigkeits- und Verantwortungsbereiche zu gewährleisten.³⁸⁷⁾

Der Einfluß des "persönlichen Momentes"³⁸⁸⁾ bei der Stellen- und Abteilungsbildung, d.h. des Bestrebens, Stellen und Abteilungen im Hinblick auf bestimmte individuelle Aufgabenträger zu bilden, was besonders bei der Abteilungsbildung von Wichtigkeit ist, kann hier unberücksichtigt bleiben, da er nicht relevant im Sinne dieser Untersuchung ist.

Es seien zunächst die Einflüsse des Baues rationalisierter Maschinen auf die Bildung von Stellen betrachtet. Mit wachsender Verschiedenheit der Aufgaben muß notwendigerweise auch die Verschiedenheit der den Stellen zuzuordnenden Aufgabenkomplexe wachsen, so daß eine Spezialisierung der Aufgabenträger erschwert wird. Infolge der fehlenden Einsicht in künftige Aufgaben - bedingt durch die nachfolgende Differenzierung der Produkte - ist eine vorausschauende Abgrenzung der Aufgabenkomplexe in eindeutiger Weise erschwert, so daß sich in vielen Fällen Zuständigkeitsbereiche überdecken. Diese Überlegungen gelten für die Stellenbildung in allen Aufgabenbereichen, z.B. kann in der Konstruktion der Aufgabenkomplex des einzelnen Konstrukteurs den Aufgabenkomplex der gesamten Abteilung umfassen, d.h. es werden vom gleichen Konstrukteur alle unterschiedlichen Maschinenarten des Programms bearbeitet.

Die Abteilungsbildung erfolgt im Werkzeugmaschinenbau entsprechend den Hauptaufgaben, also Vertrieb, Konstruktion, Einkauf und Lagerwesen, Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Verwaltung. Dem Ziel gemäß, möglichst gleichartige Aufgaben zu einer Abteilung zusammenzufassen, entstehen mit neuartigen Aufgaben auch neue Abteilungen; so etwa Konstruktion für

386) Vgl. Stefanic-Allmayer, K., Allgemeine Organisationslehre, Wien 1950, S. 23; vgl. die Verursachungsgesetze und Prinzipien der Arbeitsteilung bei Böhrs, H., Organisation des Industriebetriebes, Wiesbaden 1963, S. 54.

387) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 178/179.

388) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 182.

elektrische Steuerungen, Konstruktion für hydraulische Steuerungen, Montage für elektrische Steuerungen, Fertigung von Einrichtungen zur Werkstückhandhabung. In einigen Fällen ergeben sich neue Abteilungen daraus, daß bestimmte Aufgaben, die bisher in einer Abteilung miterledigt wurden, obwohl sie starke Unterschiede zu den Aufgaben dieser Abteilung aufwiesen, in ihrem Umfang so wachsen, daß sie aus diesen Abteilungen ausgegliedert und verselbständigt werden können. Fälle dieser Art sind die Ausgliederung der Projektabteilung aus der Konstruktion und die Verselbständigung einer Abteilung zur Nacharbeit nicht-montagerechter Werkstücke aus der Fertigung.

Neben dem Entstehen neuer Abteilungen zeigt sich der Einfluß des Baues rationalisierter Maschinen darin, daß bestimmte Aufgaben von einer Abteilung in eine andere verlagert werden. Die Ursache hierfür ist einmal, daß durch die Veränderung von Aufgabenmerkmalen andere Merkmale³⁸⁹⁾ als die ursprünglichen für die Zuordnung einer Aufgabe zu einer bestimmten Abteilung entscheidend werden. Diese Erscheinung zeigt sich z. B. bei der Verlagerung von Einkaufsfunktionen. Beim Universalmaschinenbau konnten alle Beschaffungsaufgaben unabhängig von der Art der zu beschaffenden Objekte vom Einkauf erledigt werden; das die Einordnung bestimmende Merkmal war der eigentliche Einkaufsvorgang. Die erhöhte Technizität bestimmter Materialien und die Notwendigkeit, bestimmte Abnehmerwünsche bei der Beschaffung zu berücksichtigen, führen dazu, daß für die Beschaffung solcher Materialien weniger die Beherrschung des Einkaufsvorganges als die genaue Kenntnis des Objektes bzw. der sich auf das Objekt beziehenden Abnehmerwünsche erforderlich ist; dementsprechend wird die Beschaffungsaufgabe solcher Objekte auf Abteilungen übertragen, deren Aufgabenträger diese Kenntnisse in besserer Weise besitzen; auf die Konstruktion und auf den Vertrieb.

Eine zweite Aufgabenverlagerung ergibt sich aus der Tatsache, daß aufgrund der besonderen Phasenstellung der einzelnen Abteilungen die Leistungsergebnisse einer Abteilung die Ausgangsdaten der nachgelagerten

389) Zu den verschiedenen Ordnungsmerkmalen vgl. z. B. Böhrs, H., a. a. O., S. 128.

Abteilung darstellen. Damit führen Veränderungen im Reifegrad des Leistungsergebnisses dazu, daß Aufgaben an nachgelagerte Abteilungen weitergegeben werden. Eine solche Aufgabenverlagerung ergibt sich beim Bau rationalisierter Maschinen in der Kette Konstruktion - Arbeitsvorbereitung - mechanische Fertigung - Montage: Nichtfertigungsgerechte Zeichnungen verlagern Konstruktionsaufgaben in die Arbeitsvorbereitung - fehlende oder unvollständige Arbeitspläne bedeuten, daß Aufgaben der Arbeitsvorbereitung an die Meister in der Fertigung oder an den einzelnen Arbeiter weitergegeben werden - nichtmontagegerechte Werkstücke führen schließlich dazu, daß Aufgaben der mechanischen Fertigung von der Montage erfüllt werden müssen.

4.22 Veränderungen im Leitungszusammenhang

"Das Phänomen der Leitung entsteht ... durch die personale Trennung von Entscheidung und Ausführung."³⁹⁰⁾ Hierbei erhält die entscheidende Person einen übergeordneten Rang über die ausführende Person. Die mit der Leitungsaufgabe betrauten Stellen bzw. Personen werden als "Instanzen" bezeichnet.³⁹¹⁾ Die Übertragung von Leitungs-, d.h. Entscheidungsbefugnissen, der Geschäftsleitung auf untergeordnete Instanzen läßt als System des Leitungszusammenhangs die betriebliche Hierarchie entstehen.³⁹²⁾ Die Übermittlung der Entscheidung der Instanz an die ausführende Stelle geschieht durch Anordnungen. Diese Anordnungen können in Form von "generellen" und in Form von "fallweisen Regelungen" ³⁹³⁾ erfolgen.

Während sich Änderungen im hierarchischen Aufbau nicht als eindeutige

390) Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 101.

391) Vgl. Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 114.

392) Vgl. Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 119.

393) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 172; vgl. Stefanic-Allmayer, K., a.a.O., S. 55.

Folge des Baus rationalisierter Maschinen erkennen lassen, zeigt sich eine deutliche Auswirkung auf das Verhältnis von generellen und fallweisen Regelungen. Nach GUTENBERG³⁹⁴⁾ lassen sich da fallweise durch generelle Regelungen ersetzen, "wo betriebliche Vorgänge ein verhältnismäßig hohes Maß an Gleichartigkeit und Periodizität aufweisen". Das bedeutet für den Bau rationalisierter Maschinen, daß mit zunehmender Differenzierung dieser Maschinen immer weniger generelle Regelungen getroffen werden können und immer mehr Vorgänge fallweise geregelt werden müssen. So liegen in der Konstruktion weniger allgemeine Normen zur Gestaltung der Maschine vor; in der Materialbereitstellungsplanung kann bei der Fixierung der Bestellmengen immer weniger von eisernen Beständen ausgegangen werden. Im Lager ist die Lagerungsmöglichkeit nach einem einmal festgelegten System geringer, die einzelnen Lagerplätze müssen von Fall zu Fall bestimmt werden; in der Arbeitsvorbereitung ist jedesmal neu zu entscheiden, für welche Arbeiten keine Arbeitspläne und -zeiten vorgegeben werden können; in der Fertigungskontrolle kann nicht aufgrund bestimmter Richtlinien, etwa der Konstruktionszeichnung, bestimmt werden, welche Teile Ausschuß sind, vielmehr sind in jedem Fall alle Umstände zu prüfen, die für eine Nacharbeit des Werkstückes sprechen.

Der gestiegene Anteil von fallweisen Regelungen bedeutet zunächst eine Vermehrung der von den Instanzen zu treffenden Entscheidungen. Um die Führungsspitze hiervon zu entlasten, muß in stärkerem Maße zu "nivellierenden Grundsatzregelungen" übergegangen werden, die die große Zahl der Einzelregelungen umfassen.³⁹⁵⁾ Die mit diesen Rahmenregelungen verbundene Toleranz der Durchführung bedingt, daß in erhöhtem Maße die Personen der mittleren hierarchischen Ebene Entscheidungen treffen müssen.³⁹⁶⁾ Vielfach kann die gestiegene Zahl der Entscheidun-

394) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 174.

395) Ellinger, Th., Betriebswirtschaftliche Probleme der Einzelfertigung. Vortrag anlässlich der VDMA-Tagung "Betriebswirtschaft im Dienste der Unternehmensführung" Wiesbaden 1963; Hrsg. VDMA, Frankfurt/M., S. 12.

396) Ellinger, Th., Betriebswirtschaftliche Probleme ..., a.a.O., S. 12.

gen nur dadurch bewältigt werden, daß den Ausführenden selbst ein größerer Ermessensspielraum zugebilligt wird, innerhalb dessen "Selbstentscheidungen"³⁹⁷⁾ getroffen werden können³⁹⁸⁾, was zunächst bedeutet, daß das organisatorische Prinzip der Trennung der Leitungsfunktion von der Ausführungsfunktion³⁹⁹⁾ an Schärfe verliert, und was, verstärkt durch die Schwierigkeiten einer genauen Aufgabenabgrenzung der Stellen und Abteilungen, zu einem organisatorisch unerwünschten Auseinanderfallen von Kompetenz und Verantwortung⁴⁰⁰⁾ führt.

4.23 Veränderungen im Arbeitszusammenhang

Die Veränderung des Arbeitszusammenhangs zeigt sich zunächst darin, daß zwischen einzelnen Stellen, Abteilungen und Instanzen mehr Informationen auszutauschen sind. Unklare Abgrenzung der Stellenaufgaben verlangt vermehrte Abstimmung der Stelleninhaber untereinander. Werden Aufgaben vorgelagerter Abteilungen übernommen, so ist zur Aufgabenerfüllung meist eine Rücksprache mit dieser Abteilung erforderlich: Z.B. können Änderungen an den Werkstücken, um deren Bearbeitung zu erleichtern, von der Arbeitsvorbereitung oder der mechanischen Fertigung selbst nicht vorgenommen werden ohne eine Verständigung mit der Konstruktion, die allein beurteilen kann, welche Auswirkungen die Veränderung des Werkstückes auf seine funktionellen Eigenschaften hat. Der Zunahme fallweiser Regelungen folgt vielfach eine gesteigerte Anzahl von Anfragen der ausführenden Stellen bei den übergeordneten Instanzen.

397) Kosiol, E., Organisation ..., a.a.O., S. 53; vgl. Stefanic-Allmayer, K., a.a.O., S. 56, der von "Eigenregelungen" spricht.

398) Vgl. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. 1, a.a.O., S. 300.

399) Vgl. Schnutenhaus, O.R., Allgemeine Organisationslehre, Berlin 1951, S. 137.

400) Vgl. Schnutenhaus, O.R., a.a.O., S. 144.

Die Veränderung des Arbeitszusammenhanges zeigt sich aber auch darin, daß bei Einmaligkeit des hergestellten Produktes von vornherein zwischen einzelnen Abteilungen engere Kooperationsbeziehungen erforderlich werden. So verlangt die Erfüllung der Absatzaufgabe einen ständigen Kontakt der Vertriebsabteilung mit der Konstruktion, Fertigung und Montage zur Verfolgung laufender Aufträge und zur allgemeinen Information über die konstruktiven und fertigungstechnischen Möglichkeiten des Unternehmens. Eine ständige Zusammenarbeit zwischen Konstruktion und Fertigung wird nötig, da nur so die Konstruktion von vornherein fertigungstechnische Bedingungen berücksichtigen kann.

Zusammenfassung

Eine Analyse des Einflusses der Produktion rationalisierter Maschinen auf die Organisation zeigt: verminderte Möglichkeiten der Bildung von abgegrenzten Stellenaufgaben, Hinzutreten neuer Abteilungen und Verlagerung von Aufgaben zwischen Abteilungen, Zunahme des Informationsaustausches und der Kooperationsbeziehungen zwischen Stellen, Abteilungen und Instanzen, eine Vermehrung der fallweisen Regelungen verbunden mit einer Erweiterung des Ermessensspielraumes ausführender Stellen.

4.3 Veränderung des Faktors menschliche Arbeitsleistungen

Zur Erfüllung der dem Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmen gestellten Aufgaben ist menschliche Arbeit, d.h. der Einsatz der psychischen und physischen Fähigkeiten des Menschen, erforderlich. Eine Veränderung der Aufgaben kann nicht ohne Einfluß bleiben auf die benötigten menschlichen Arbeitsleistungen. Veränderungen sind in zweierlei Hinsicht denkbar:

- 1) Die verschiedenartigen Qualifikationen, die in ihrer Gesamtheit den Faktor menschliche Arbeitsleistung ergeben, werden in veränderter Proportionierung benötigt.
- 2) Es werden zur Erfüllung der Aufgaben veränderte Qualifikationen der Beschäftigten gebraucht.

Diese Veränderungen sollen im folgenden untersucht werden.

4.31 Die veränderte Verteilung der Beschäftigten auf Hauptaufgabenbereiche

4.311 Allgemeine Folgerungen

Die Gesamtmenge der in einem Unternehmen zu leistenden Arbeit setzt sich aus bestimmten Mengen verschiedenartiger Arbeiten zusammen. Die Anteile der verschiedenartigen Arbeitsquanten an der Gesamtmenge werden bestimmt durch die zur Erfüllung der verschiedenartigen Teilaufgaben erforderlichen Arbeitsquanten. Der Proportionierung der Arbeitsmengen verschiedener Art, die durch die jeweilige Unternehmensaufgabe gegeben ist, muß eine ebensolche Zusammensetzung der nach unterschiedlicher Qualifikation gekennzeichneten Beschäftigten entsprechen. Es ist zu erwarten, daß mit einer Änderung der Unternehmensaufgabe, wie sie der Bau von rationalisierten Werkzeugmaschinen an Stelle von Universalmaschinen der Ausgangssituation darstellt, auch die Proportionierung der zu leistenden verschiedenen Arbeitsmengen und damit die fachliche Zusammensetzung der Beschäftigten verändert wird.

Im folgenden soll die Zusammensetzung verschiedenartiger Qualifikationen untersucht werden, die dargestellt wird durch die Verteilung der Beschäftigten auf die Hauptabteilungen entsprechend den Hauptaufgaben: Absatz, Gestaltung usw. Da ein wesentliches Prinzip der Abteilungsbildung die Zusammenfassung gleichartiger Aufgaben ist, kann angenommen werden, daß innerhalb der einzelnen Hauptabteilungen die Qualifikationen

der Beschäftigten charakteristische Gemeinsamkeiten haben, die sie von den Qualifikationen der in anderen Abteilungen Tätigen unterscheiden.

Wie die Analyse der Hauptaufgaben unter Abschnitt 2 ergeben hat, ist beim Bau rationalisierter Maschinen zur Erfüllung aller dieser Aufgaben ein vergrößertes Arbeitsquantum erforderlich; wobei offen gelassen wurde, in welchem Maße bei den einzelnen Aufgaben die Arbeitsmenge wächst. Würde sie bei allen Aufgaben gleichmäßig wachsen, so wäre die Zusammensetzung der menschlichen Arbeitsleistungen lediglich ein "Multiplum" ⁴⁰¹⁾ des ursprünglichen Zustandes, und die Zusammensetzung der Beschäftigten wäre unverändert geblieben. Aufbauend auf den in Abschnitt 2 analysierten Tatbeständen, die die Steigerung der Arbeitsquanten verursachen, kann jedoch auf dem Wege allgemeiner Überlegungen erkannt werden, daß in den einzelnen Hauptaufgabenbereichen ein unproportionales Anwachsen der Arbeitsquanten zu erwarten ist.

Für die mechanische Fertigung ist nur mit einer beschränkten Steigerung zu rechnen, da die Arbeit hier nicht in ihrer Gesamtheit, sondern nur in bestimmten Anteilen verändert wird (Vermehrung der Rüstarbeiten, zusätzliche Bearbeitungsverfahren). Es erscheint daher zweckmäßig, die in der Fertigung zu leistende Arbeitsmenge als Vergleichsbasis für die in anderen Bereichen zu leistenden Arbeitsquanten zu wählen. Die Montagearbeit dürfte im Vergleich zur Fertigungsarbeit anwachsen: Die Aggregate zur Automatisierung verlangen hauptsächlich Montagearbeiten; das Verbinden der Aggregate zur Automatisierung mit der Maschine und das Verbinden von Einzelmaschinen zu Fertigungslinien stellen zusätzliche Montageaufgaben dar; schließlich ist zu berücksichtigen, daß umfangreiche Maschinen zweimal montiert werden müssen. Eine Vermehrung des Arbeitsquantums zur Erfüllung der Aufgaben Absatz, Gestaltung und Arbeitsvorbereitung gegenüber dem Arbeitsquantum der mechanischen Fertigung ist zu erwarten, da es sich hierbei um der mechanischen Fertigung vorgelegte, diese vorbereitende Aufgaben handelt. Das Arbeitsquantum die-

401) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 308/317.

ser Abteilungen hängt im Verhältnis zum Arbeitsquantum der Fertigung bei erhöhter nachfolgender Differenzierung der Produkte wesentlich davon ab, wieweit der von diesen Abteilungen im Hinblick auf die Fertigung geschaffene "Vorbereitungsgrad" "allgemeiner" oder "spezieller" Art ist.⁴⁰²⁾ Da angenommen werden kann, daß ein wesentlicher Anteil des von Absatz, Gestaltung und Arbeitsvorbereitung geschaffenen Vorbereitungsgrades spezieller Art ist, muß mit erhöhter nachfolgender Differenzierung der Maschinen für jede neue Maschine ein "zusätzlicher Vorbereitungsgrad"⁴⁰³⁾ aufgebaut werden, was gleichbedeutend ist mit einem im Vergleich zur Fertigung erhöhten Arbeitsquantum dieser Abteilungen. Da es sich bei der nachfolgenden Differenzierung der Produkte um eine bleibende Erscheinung handelt, ist auch die Erhöhung des Arbeitsquantums dauerhafter Art.⁴⁰⁴⁾ Die absolute Arbeitsmenge, die am bestimmten Objekt auszuführen ist, entscheidet, bei welcher dieser Aufgaben der stärkste Anstieg des Arbeitsquantums zu erwarten ist. Es ist anzunehmen, daß die Konstruktion der Maschine mehr Arbeit erfordert als ihre Behandlung beim Absatz und bei der Arbeitsvorbereitung, so daß für die Konstruktion mit dem stärksten Wachsen des Arbeitsanfalles zu rechnen ist. Über das relative Anwachsen der Arbeit in der Materialwirtschaft lassen sich auf deduktivem Wege keine Aussagen machen.

Diese Folgerungen sollen durch empirische Werte veranschaulicht und in ihrer Richtigkeit erhärtet werden. Die Verteilung der verschiedenartigen fachlichen Qualifikationen kann quantitativ erfaßt werden über die Ermittlung der Zahl der Beschäftigten in den einzelnen Bereichen oder über die Ermittlung der auf die einzelnen Bereiche entfallenden Lohn- und Gehaltskosten. Im letzteren Fall können entweder aus der Kostenstellenrechnung die Bereichskosten erfaßt werden, oder es können aus der Kostenträgerrechnung die Bereichskosten für einzelne Maschinentypen ermittelt werden.

402) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 70; Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 485.

403) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung..., a.a.O., S. 485.

404) Vgl. Ellinger, Th., Betriebswirtschaftliche Probleme ..., a.a.O., S. 6.

Die veränderte Proportionierung der fachlichen Qualifikationen muß sich in zweierlei Weise zeigen: als zeitabhängige Veränderung, wenn ein Unternehmen vom Universalmaschinenbau zur Produktion rationalisierter Maschinen übergeht oder als zwischenbetrieblicher Unterschied zwischen Unternehmen mit Universalmaschinenbau und Unternehmen, die rationalisierte Maschinen produzieren. Werden mehrere verschiedene Methoden einer quantitativen Erfassung verwendet, so ergeben sich gegenseitige Kontrollmöglichkeiten der Ergebnisse und damit eine erhöhte Zuverlässigkeit ihrer Aussagekraft. Folgende Wege sollen beschritten werden:

- 1) Verteilung der Lohn- und Gehaltskosten auf Hauptbereiche bei Universal- und Sondermaschinen.
- 2) Verteilung der Lohn- und Gehaltskosten auf Hauptbereiche in Unternehmen mit Universalmaschinenbau und in Unternehmen mit der Produktion rationalisierter Maschinen.
- 3) Veränderung der Verteilung der Beschäftigten auf Hauptbereiche beim Übergang vom Universalmaschinenbau zum Sondermaschinenbau.

4.312 Die Zusammensetzung der Kosten für menschliche Arbeitsleistung bei Universal- und Sondermaschinen

Um möglichst deutliche Unterschiede zu erhalten, werden im folgenden Universalmaschinen mit Transferstraßen innerhalb der gleichen Unternehmung verglichen, da sie entsprechend früheren Ausführungen (vgl. Abschnitte 1 und 2) als extreme Vertreter der rationalisierten Maschinen angesehen werden können. Es wurden mehrere verschiedene Maschinentypen zusammengefaßt, um Besonderheiten einzelner Universalmaschinenarten möglichst auszuschließen; bei den Transferstraßen handelt es sich um eine Zufallsstichprobe. Die für diese Maschinen ermittelten Werte stammen alle aus der Nachkalkulation desselben Zeitraumes, so daß die Basisgrößen (Löhne, Materialpreise usw.) frei von Einflüssen zeitlicher Veränderung sind.

Im einzelnen werden verglichen:

A) 7 Universalmaschinen:

2 Typen der Gattung A	(à 30 Stück),
1 Type der Gattung B	(à 10 Stück),
2 Typen der Gattung C	(à 10 und à 20 Stück),
2 Typen der Gattung D	(à 10 Stück).

Die in Klammern angegebenen Werte bezeichnen die Aufgabestückzahlen dieser Maschinen.

B) 6 beliebige Transferstraßen

Für die Maschinen unter A und B wurden die Lohn- und Gehaltskosten in folgenden Bereichen ermittelt: Absatz, Gestaltung, Materialwirtschaft, Betriebliche Verwaltung, Mechanische Fertigung, Montage und Allgemeine Verwaltung.

Um einen Vergleich zu ermöglichen, der die wesentlichen Unterschiede in der Proportionierung der Bereichskosten zwischen Universalmaschinen und Transferstraßen klar erkennen läßt, werden die Kosten der einzelnen Bereiche zweckmäßigerweise auf eine Größe bezogen, die selbst durch die Eigenart der Maschinen möglichst wenig beeinflusst ist. Als Bezugsgröße dieser Art scheint die jeweilige Gesamtstückzeit der mechanischen Fertigung besonders geeignet, da angenommen werden kann, daß sie die Größe ist, die bei einem Vergleich zwischen Universalmaschinen und Sondermaschinen die relativ geringsten Unterschiede aufweist. Abgesehen von den bei der Behandlung der Fertigungsaufgabe (vgl. 3.5) aufgeführten Fällen, gelten für die Bearbeitung von Sondermaschinenwerkstücken die gleichen technischen Bedingungen wie für die Bearbeitung von Universalmaschinenteilen und damit für vergleichbare Werkstücke auch gleiche Bearbeitungszeiten.

Nicht geeignet erscheint die Auftragszeit der mechanischen Fertigung als Bezugsgröße, da der Rüstzeitanteil bei Sondermaschinen wesentlich höher liegt als bei Universalmaschinen. Ein Vergleich der Rüstzeit/Stückzeit-Verhältnisse der untersuchten Universalmaschinen und Transferstraßen ergab:

$$\frac{t_R}{t_S} \text{ Tra} / \frac{t_R}{t_S} \text{ Univ.} = 2,4$$

Ebensowenig erscheinen die Stück-Fertigungskosten als Vergleichsbasis geeignet, da hier neben den Stückzeitlohnkosten die Platzkosten der Bearbeitungsmaschinen mit eingehen, die bei Sonder- und Universalmaschinen durchaus unterschiedlich sein können, wie noch zu zeigen sein wird.

Es wurden daher für jede Maschine folgende Werte ermittelt:

Absatzkosten (DM)/Stückzeit der mechanischen Fertigung (Std.);

Gesaltungskosten (DM)/Stückzeit der mechanischen Fertigung (Std.) usw.

Aus diesen bezogenen Bereichskosten wurden für die Universalmaschinen und entsprechend für die Transferstraßen die jeweiligen Durchschnittswerte ermittelt, die also angeben, wieviel DM Absatzkosten etwa im Durchschnitt bei der untersuchten Maschine auf eine Stunde Stückzeit der mechanischen Fertigung entfallen.

Das unterschiedliche Verhältnis entsprechender Werte bei Universalmaschinen und Transferstraßen tritt klar in Erscheinung, wenn die Quotienten dieser Werte gebildet werden⁴⁰⁵⁾, also z. B.

durchschnittl. $\frac{\text{Absatzkosten (DM)}}{\text{Stückzeit (h)}}$ bei Transferstraßen

durchschnittl. $\frac{\text{Absatzkosten (DM)}}{\text{Stückzeit (h)}}$ bei Universalmaschinen

Die Ergebnisse dieser Rechnung zeigt die folgende Tabelle.

405) Um einen Einblick in die Kostenstruktur einer bestimmten Unternehmung zu verhindern, muß auf die Wiedergabe der absoluten Werte verzichtet werden. Durch die Quotientenbildung wird aber der hier interessierende Effekt hervorgehoben.

Tab. 26:⁴⁰⁶⁾ Mehrfaches der durchschnittlichen bezogenen Bereichskosten bei Transferstraßen im Vergleich zu Universalmaschinen

Bereich	Mehrfaches
Gestaltung	12,3
Absatz	3,8
Montage	2,4
Betriebl. Verwaltung	2,2
Allgemeine Verwaltung	1,8
Materialwirtschaft	1,3
Mechanische Fertigung	1,1

Gestaltung	= Entwicklung + Konstruktion + Normbüro
Absatz	= Vertrieb + Projektierung + Außenmontage
Betriebliche Verwaltung	= Betriebsleitung, Werkabnahme, Arbeitsvorbereitung, Fertigungskontrolle, Einrichtungsbüro, Lager-Halbfabrikate
Allgemeine Verwaltung	= Geschäftsleitung + kaufm. Verwaltung
Materialwirtschaft	= Einkauf + Lagerverwaltung ⁴⁰⁷⁾

Es wird in großen Zügen erkennbar, in welchem Maße sich die benötigten Arbeitsmengen bei der Transferstraßenproduktion in den verschiedenen Bereichen vergrößern - wobei vernachlässigt werden soll, daß unproportionale Kostensteigerungen in einzelnen Bereichen auch durch eine veränderte Qualität des Faktors Arbeit verursacht sein können. In der Konstruktion steigt, wie erwartet, die benötigte Arbeitsmenge am stärksten, gefolgt vom Absatzbereich und von der Montage; für die mechanische Fertigung ergibt sich nur eine geringe Erhöhung, deren Ursache in dem erhöhten Rüstzeitanteil liegen dürfte.

Die so ermittelten Werte stellen die sich beim Bau von Sondermaschinen und Universalmaschinen ergebenden Unterschiede in reiner Form dar. Wer-

406) Untersuchung des Verfassers.

407) Die Art der Kostenerfassung verhindert eine getrennte Darstellung für die Unterbereiche.

den die Gesamtbereichskosten zweier Unternehmen verglichen, deren Programme durch Universalmaschinenbau und Sondermaschinenbau gekennzeichnet sind, so lassen sich Einflüsse nicht vermeiden, die sich aus einem gemischten Programm ergeben⁴⁰⁸); diese Einflüsse sind hier eliminiert. Da in der Untersuchung die Maschinen einer einzigen Unternehmung zugrunde gelegt wurden, sind Einflüsse unterschiedlicher Kostenrechnung und unterschiedlicher Basisgrößen, wie sie sich bei zwischenbetrieblichen Vergleichen kaum vermeiden lassen, ebenfalls ausgeschaltet. Da es sich um die Nachkalkulation einer Periode handelt, ist auch die Wirkung einer zeitlichen Veränderung der Basisgrößen ausgeschlossen. Somit kann angenommen werden, daß mit den obigen Werten charakteristische Unterschiede zwischen Universalmaschinen und Transferstraßen aufgedeckt wurden. In ihrer absoluten Höhe werden die Ergebnisse modifiziert, je nach der besonderen Art der verglichenen Maschinen.

Schließlich ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, daß rationalisierte Universalmaschinen zugrunde gelegt werden, die im Vergleich zu den Universalmaschinen der Ausgangssituation in ihrer Wirkung auf das Unternehmen in die gleiche Richtung tendieren, wenn auch schwächer, wie die Transferstraßen, so daß bei einem Vergleich mit Universalmaschinen der Ausgangssituation die Veränderungen noch stärker erscheinen würden. Würden dagegen die Transferstraßen durch ein anderes Vergleichsobjekt mit geringerem Variationsgrad - da die nachfolgende Differenzierung vor allem für die Umverteilung der Kosten ausschlaggebend ist - ersetzt, so würden die Veränderungen entsprechend schwächer ausfallen.

4.313 Die Zusammensetzung der Kosten für menschliche Arbeitsleistungen im Unternehmen mit Universalmaschinenbau und im Unternehmen mit Produktion rationalisierter Maschinen

Die zwischen einzelnen Maschinen gefundenen Unterschiede der Kosten-

408) Vergleichbare Unternehmen mit einem vollständig reinen Universalmaschinenprogramm und reinem Sondermaschinenprogramm in einer die Repräsentation der Ergebnisse sichernden Anzahl konnten für die Untersuchung nicht gefunden werden.

verteilung für menschliche Arbeitsleistungen müssen sich auch im Vergleich der Gesamtkostenverteilung von verschiedenen Unternehmen zeigen, wenn hierzu Unternehmen herangezogen werden, deren Programme eindeutig durch die interessierenden Maschinen gekennzeichnet sind. Zur näheren Untersuchung dieser Tatsache wurden 16 Unternehmen mit einer Betriebsgröße von über 500 Beschäftigten herangezogen und in 4 Gruppen unterteilt.⁴⁰⁹⁾ Die Beschränkung auf die Unternehmen mit über 500 Beschäftigten geschah im Hinblick auf die meist schärfere Abgrenzung der einzelnen Bereiche in größeren Unternehmungen. Die Gruppenbildung erfolgte dabei - entsprechend den unter 2.24 ausgeführten Überlegungen -

409) Die Zahl dieser Unternehmen ergab sich in folgender Weise: Gesamtzahl der Unternehmen der Bundesrepublik ohne Westberlin mit mehr als 500 Beschäftigten (ohne Hersteller spanloser Werkzeugmaschinen) im 4. Quartal 1961 nach Unterlagen der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen im VDMA: 39 Unternehmen. Von diesen konnte der Anteil der verschiedenen Maschinenarten am Gesamtumsatz von der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen und nach Informationen des Verfassers erfaßt werden für: 30 Unternehmen. (Diese Werte mußten aus erhebungstechnischen Gründen z. T. für 1959 erfaßt werden. Es kann jedoch angenommen werden, daß die Programmverschiebung von 1959 bis 1961 in ihrem Einfluß auf die Gruppenbildung vernachlässigt werden kann.) Von diesen Unternehmen ließen sich die Kostenkennzahlen nach Unterlagen des VDMA (Kosten-Kennzahlenerhebung für 1961) ermitteln für: 24 Unternehmen. Hiervon wurden schließlich als für die Gruppenbildung nicht geeignet 6 Hersteller mit einem Programm von Drehautomaten und Zahnradfräsmaschinen und 2 Schwermaschinenhersteller mit einem verhältnismäßig geringen Anteil von Einzelfertigung abgezogen, so daß sich die Zahl von 16 zu untersuchenden Unternehmen ergab. Die zuerst ausgeschiedenen Unternehmungen könnten ebenfalls zu Gruppen zusammengefaßt werden (Automatenhersteller, Zahnradfräsmaschinenhersteller); indessen erscheint es im Hinblick auf die Streubreite der Kostenkennzahlen nicht sinnvoll, die Klassifizierung der Hersteller über die obigen 4 Gruppen zu verfeinern.

nach dem verschiedenen Variationsgrad der Maschinen. Hierbei mußten die durch die Praxis gegebenen Umstände mit berücksichtigt werden; d. h. , da der Vergleich für das Jahr 1961 durchgeführt wurde, konnten nur rationalisierte Universalmaschinen zum Vergleich herangezogen werden; außerdem mußte in Kauf genommen werden, daß die Programme der meisten ausgewählten Unternehmen nicht ausschließlich Maschinen gleicher Art enthielten:

- Gruppe I: Sie enthält 4 Unternehmen, deren Programme durch rationalisierte Universalmaschinen gekennzeichnet sind (Anteil der rationalisierten Universalmaschinen am Umsatz größer als rd. 75 %; Anteil der Einzelfertigung unter 30 %). Bei den Maschinen handelt es sich vor allem um Drehbänke, Fräsmaschinen, Bohr- und Fräswerke und Schleifmaschinen. Die Gruppe I. bildet die Basisgruppe für die weiteren Betrachtungen.
- Gruppe II: Hier sind 3 Unternehmen zusammengefaßt, deren Programme durch Sondermaschinen gekennzeichnet sind (Anteil am Umsatz größer als rd. 50 %). Die Gruppe stellt mit Sondermaschinenbau das Extrem beim Bau rationalisierter Maschinen dar. Es ist zu erwarten, daß im Vergleich dieser Gruppe mit der Gruppe I die Unterschiede besonders deutlich werden.
- Gruppe III: Sie enthält 6 Unternehmen, in deren Programmen der Anteil der rationalisierten Universalmaschinen weniger als rd. 75 % beträgt. Bei den übrigen Maschinen handelt es sich um rationalisierte Maschinen aller Art mit Ausnahme von Sondermaschinen. Mit dieser Gruppe soll ein im Werkzeugmaschinenbau häufig vorkommender Fall berücksichtigt werden.

Gruppe IV:

Sie enthält 3 Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus, der durch **Einzelfertigung** gekennzeichnet ist und zum Vergleich herangezogen werden soll.

Abgesehen von der Gruppe III, die von vornherein als Mischgruppe festgelegt ist, haben die Unternehmen der Gruppen I - IV keine reinen Programme im Sinne der Untersuchung. Bei der Gruppe I werden z. T. neben den Universalmaschinen noch höher rationalisierte Maschinenarten gebaut. Bei den Unternehmen der Sondermaschinengruppe II werden auch Universalmaschinen und sonstige rationalisierte Maschinen hergestellt. Innerhalb der Werkzeugmaschinenengruppe werden schließlich auch leichte Werkzeugmaschinen gebaut.

Für die einzelnen Unternehmen wurden die Anteile folgender Kosten an den Gesamtlohn- und Gehaltskosten ermittelt:⁴¹⁰⁾

- 1) Gehälter für Vertrieb + Fertigungslöhne für Außenmontage,
- 2) Gehälter für Entwicklung, Konstruktion einschließlich Projektierung,
- 3) Gehälter und Löhne für Beschaffung und Lager,
- 4) Gehälter für Arbeitsvorbereitung,
- 5) Löhne für Maschinenarbeit,
- 6) Löhne für Handarbeit,
- 7) Gehälter für Verwaltung und Rechnungswesen.

Entsprechend dem Vorgehen im vorangegangenen Kapitel werden die Bereichskosten auf eine Größe bezogen, von der anzunehmen ist, daß sie möglichst wenig von der Eigenart der Maschinen beeinflußt wird. Da der Stückzeitlohn nicht in den Kostenkennzahlen einzeln erfaßt wird, mußte hierzu der Maschinenlohn verwendet werden. Dabei muß in Kauf genommen werden, daß über den Rüstlohnanteil des Maschinenlohnes diese Größe von der Eigenart der Maschine beeinflußt wird. Es wurden also für jede Unternehmung folgende Verhältnisse gebildet: z. B. Anteil der Gehälter für Vertrieb an Gesamtlöhnen + Gesamtgehältern/Maschinenlohnanteil an Gesamtlöhnen + Gesamtgehältern.

Für jede Gruppe wurde sodann der Gruppendurchschnitt der einzelnen bezogenen Bereichskosten gebildet. Die durchschnittlichen bezogenen Bereichskosten für die Gruppen Sondermaschinen, Schwermaschinen und für die gemischte

⁴¹⁰⁾ Nach Unterlagen des VDMA aus der Kosten-Kennzahlen-Erhebung für 196

Gruppe wurden auf die entsprechenden Werte der Universalmaschinen-
gruppe bezogen, so daß sich folgende Quotienten ergaben:

$$\text{durchschn. } \frac{\text{Anteil d. Gehälter f. Vertrieb}}{\text{Maschinenlohnanteil}} \text{ f. Sondermaschinen}$$

$$\text{durchschn. } \frac{\text{Anteil d. Gehälter f. Vertrieb}}{\text{Maschinenlohnanteil}} \text{ f. Universalmaschinen}^{411)}$$

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Abb. 23⁴¹²⁾ dargestellt.

Unzulänglichkeiten der Gruppenbildung und die Tatsache, daß es sich um durchschnittliche Gruppenwerte handelt, lassen nur eine tendenzielle Interpretation der gefundenen Ergebnisse zu. Es seien zunächst die Werte der Sondermaschinengruppe (II) mit denen der Universalmaschinengruppe (I) verglichen. Es zeigt sich, daß die Kosten aller Bereiche, bezogen auf den Maschinenlohnanteil, (bis auf das Materialwesen) für den Sondermaschinenbau über den entsprechenden Bereichskosten des Universalmaschinenbaus liegen, und zwar in der Rangordnung: Konstruktion, Vertrieb, Verwaltung und Rechnungswesen, Arbeitsvorbereitung; dabei liegt der Anteil der Konstruktionskosten besonders hoch über dem entsprechenden Anteil der Universalmaschinen. Die höheren Kosten im Materialbereich des Universalmaschinenbaus können sich dadurch erklären, daß hier der wirtschaftlichen Gestaltung der Materialwirtschaft (z. B. möglichst geringe Lagerzeiten des Materials) ein stärkeres Gewicht beigemessen wird, was sich in einer vergleichsweisen höheren Zahl von Beschäftigten in diesem Bereich niederschlägt. Bei der Beurteilung der Handarbeit ist zu beachten: Die Handarbeit umfaßt nicht nur die Montagearbeiten, sondern auch Handarbeiten in der mechanischen Fertigung; dadurch tritt das Anwachsen der Montagearbeiten

411) Infolge der geringen Zahl der Firmen in einer Gruppe verbietet sich auch hier die Angabe der Absolutwerte der bezogenen Bereichskosten für die einzelnen Gruppen. Der vorstehend gebildete Quotient hat den Vorteil, von vornherein klar die hier interessierenden Unterschiede zwischen Universalmaschinenbau und dem Bau rationalisierter Maschinen zu zeigen.

412) Untersuchung des Verfassers.

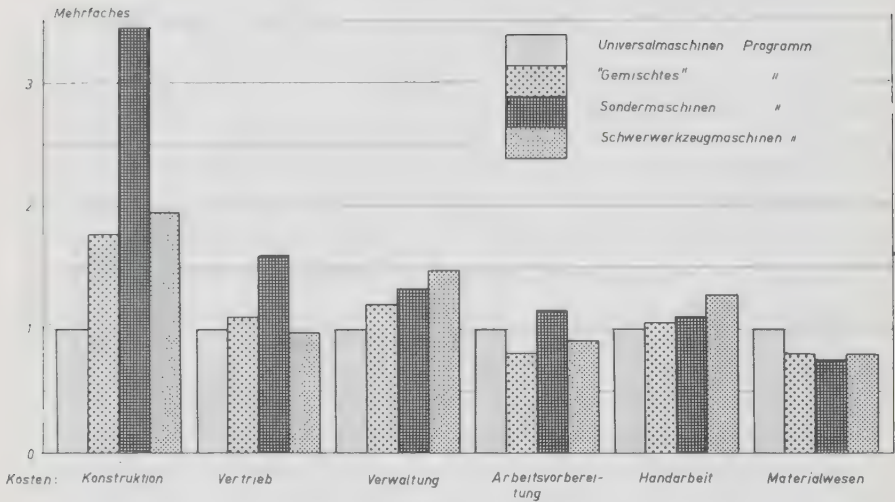


Abb. 23: Vergleich der Bereichskosten in Abhängigkeit vom Programm

im Sondermaschinenbau weniger deutlich in Erscheinung. Der Unterschied zwischen dem Anteil der Montagearbeit im Sondermaschinenbau und Universalmaschinenbau wird aber noch aus einem zweiten Grunde vermindert. Während bei der Sondermaschinenproduktion eine Erhöhung des Montageanteils über den Anteil der mechanischen Fertigung dadurch eintritt, daß der Umfang der Montageaufgaben stärker wächst als der der Aufgaben der mechanischen Fertigung, ergibt sich bei der Universalmaschinenfertigung ein verstärktes Anwachsen der Montageaufgaben gegenüber denen der mechanischen Fertigung durch eine höhere Produktivität in der mechanischen Fertigung.

Der Vergleich der Gruppe III (gemischtes Programm) mit den Werten des

Universalmaschinenbaus zeigt ebenfalls eine Erhöhung der Bereichskosten in der Rangfolge Konstruktion, Vertrieb, Verwaltung, Handarbeit; für die Arbeitsvorbereitung und die Materialwirtschaft liegen die Werte unterhalb derer des Universalmaschinenbaus. Hinsichtlich der Materialwirtschaft gelten die obigen Ausführungen; bei der Arbeitsvorbereitung könnte im Universalmaschinenbau ebenfalls eine höhere Intensität in diesem Bereich die Ursache für den höheren Kostenanteil sein (mehr Arbeitsablaufpläne, mehr Zeitaufnahmen usw.).⁴¹³⁾ Die erhöhten Bereichskosten der Gruppe III liegen unterhalb der entsprechenden des Sondermaschinenbaus.

Vergleicht man schließlich die Werte des Schwermaschinenbaus, so ist hierfür die weitere Betrachtung hervorzuheben, daß die Kosten der Konstruktion und des Vertriebs über denen des Universalmaschinenbaus liegen und unterhalb der Kosten des Sondermaschinenbaus.⁴¹⁴⁾

Insgesamt ergibt sich: Beim Bau rationalisierter Maschinen steigen die einzelnen Bereichskosten im Vergleich zu denen der Fertigung an, und zwar am stärksten in der Konstruktion, gefolgt von Vertrieb, Verwaltung, Arbeitsvorbereitung und Handarbeit. Dieses Ergebnis stimmt sowohl mit dem auf der Grundlage der Aufgabenanalyse des Abschnittes 3 gemachten Annahmen (4.311) wie auch mit den quantitativen Ergebnissen der Untersuchung der Kostenstruktur von Universalmaschinen und Sondermaschinen tendenziell überein; in jedem Fall ist die Steigerung des Konstruktions-

413) Es stehen sich 2 verschiedene Faktoren gegenüber, die zu einer Erhöhung der Kosten der Arbeitsvorbereitung führen: eine Erhöhung der Intensität der Arbeit (beim Universalmaschinenbau) und eine Erhöhung des Arbeitsanfalls durch erhöhte Differenzierung (stark ausgeprägt beim Sondermaschinenbau). Für die Gruppe III könnte einerseits der Faktor erhöhter Intensität und andererseits der Faktor erhöhter Differenzierung schwächer wirksam sein, was zu einem geringeren Anteil der Kosten der Arbeitsvorbereitung sowohl im Vergleich zum Universalmaschinenbau wie zum Sondermaschinenbau führen muß.

414) Eine nähere Diskussion dieses Ergebnisses folgt in Abschnitt 5.

arbeitsanfalles erwiesen; hinsichtlich der Reihenfolge der angewachsenen Bereichskosten ergibt sich jedoch eine Abweichung bei der Montage, die bei der zwischenbetrieblichen Untersuchung an 5. Stelle erscheint, während sie bei der vorangegangenen Untersuchung an 3. Stelle rangiert; außerdem sind die Plätze von Verwaltung und Arbeitsvorbereitung vertauscht.⁴¹⁵⁾

Die Tatsache, daß die Werte der Gruppe III zwischen denen des Universalmaschinenbaus und des Sondermaschinenbaus liegen, kann als Bestätigung dafür angesehen werden, daß die Veränderungen beim Bau rationalisierter Maschinen in ihrer Stärke weitgehend von der Eigenart der rationalisierten Maschinen, insbesondere von ihrem Variationsgrad, bestimmt werden; Die Unternehmen mit reinem Universalmaschinenprogramm und die Unternehmen mit reinem Sondermaschinenprogramm können als die Endpunkte einer Skala angesehen werden, auf der alle übrigen Unternehmen, je nach der Stärke der durch die Rationalisierung bewirkten Veränderungen, einzuordnen sind; je höher der Variationsgrad der hergestellten Maschinen und ihr Anteil am Programm, umso näher wird die Unternehmung hinsichtlich der Stärke der Veränderungen an die Sondermaschinenhersteller heranrücken.

Betrachtet man die Allgemeingültigkeit der gefundenen Ergebnisse, so ist zunächst festzustellen, daß die zwischen den Gruppen gefundenen Unterschiede keinesfalls ihre Ursache in unterschiedlichen Betriebsgrößen haben können, da die durchschnittlichen Betriebsgrößen der Gruppen I, II und III nicht wesentlich voneinander abweichen. Die durch den Bau der rationali-

415) Zur Stellung der Montage vgl. die vorangegangenen Ausführungen über die Bereichskosten der Sondermaschinenunternehmung. Bei dem innerbetrieblichen Vergleich der Kostenstruktur bestanden für Sondermaschinen und Universalmaschinen die gleichen Fertigungsbedingungen; der zwischenbetriebliche Vergleich hat mit einer unterschiedlichen Produktivität der Fertigung in den einzelnen Unternehmungen zu rechnen. Hinsichtlich der veränderten Platzierung von Verwaltung und betrieblicher Verwaltung bzw. Arbeitsvorbereitung ist zu berücksichtigen, daß die betriebliche Verwaltung beim innerbetrieblichen Kostenvergleich neben der Arbeitsvorbereitung noch weitere Stellen umfaßte.

sierten Maschinen verursachten Einflüsse auf die Proportionierung der Aufgaben, wie sie in den obigen Ergebnissen sichtbar werden, können im strengen Sinne zunächst nur für die 16 untersuchten Unternehmungen als quantitativ belegt angesehen werden. Für die Nichtberücksichtigung der restlichen 15 Unternehmungen in der Klasse mit über 500 Beschäftigten war einzig das Fehlen entsprechender Unterlagen ausschlaggebend; es wird vermutet, daß auch für die nichterfaßten Unternehmungen, soweit sie sich in die obigen Gruppen einordnen lassen, ähnliche Tendenzen in der Proportionierung der Aufgaben in Abhängigkeit von der Eigenart der rationalisierten Produkte wirksam sind, wie sie hier gefunden wurden.

4.314 Die Veränderung in der Zusammensetzung der Beschäftigten beim Übergang vom Universalmaschinenbau zur Produktion von Sondermaschinen

Die in den vorangegangenen Punkten gekennzeichneten Unterschiede in der Proportionierung der auf die einzelnen Hauptaufgaben entfallenden Arbeitsquanten müssen sich auch als zusätzliche Veränderungen zeigen, wenn ein Unternehmen vom Universalmaschinenbau zum Bau rationalisierter Maschinen übergeht; und zwar dann besonders deutlich, wenn es sich um Sondermaschinen handelt. Hierfür soll die folgende Untersuchung ein Beispiel liefern. Die Zahl der Beschäftigten wurde in verschiedenen Aufgabenbereichen einer Unternehmung zu zwei verschiedenen Zeitpunkten ermittelt, die unterschiedliche Programme des Unternehmens kennzeichnen:

1952 vorwiegend Universalmaschinenbau (rd. 15 % Sondermaschinen),
1961 rd. 43 % Sondermaschinenbau (Rest Universalmaschinen).

Die Beschäftigtenzahlen wurden für folgende Aufgabenbereiche erfaßt:

Absatz (einschließlich Projektierung und Außenmontage),
Gestaltung,
Materialwirtschaft,
Betriebliche Verwaltung, einschließlich Arbeitsvorbereitung,
Méchanische Fertigung,
Montage.

In der folgenden Abb. 24 sind die auf diese Aufgaben entfallenden Beschäftigtenzahlen anteilmäßig für 1952 und 1961 dargestellt.

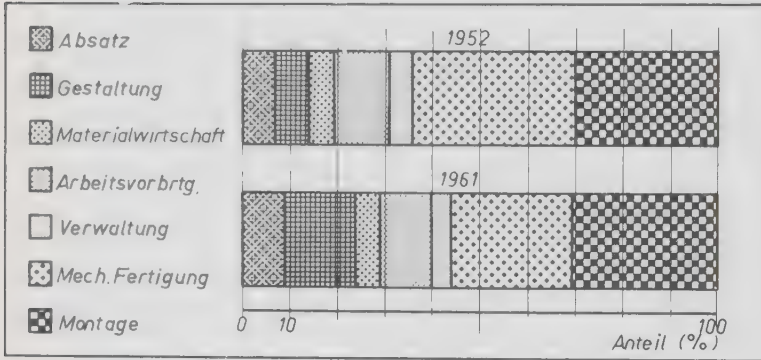


Abb. 24;⁴¹⁶⁾ Anteil der Beschäftigten in verschiedenen Bereichen

Man erkennt den verminderten Anteil der Beschäftigten in der mechanischen Fertigung 1961 gegenüber 1952 und den dafür stärker gewachsenen Anteil der in Gestaltung und Absatz Beschäftigten; ebenfalls vergrößert hat sich der Anteil in der Montage.

Die Veränderungen sollen noch weiter verdeutlicht werden in Abb. 25.

Hier ist der prozentuale Zuwachs der Beschäftigten in den einzelnen Bereichen bezogen auf die Beschäftigtenzahl von 1952 dargestellt. Es zeigt sich auch hier der besonders starke Zuwachs der Konstruktionsabteilung und der im Vergleich zur Fertigung stärkere Zuwachs der Bereiche Absatz, Montage, Materialwirtschaft, Betriebliche Verwaltung und Allgemeine Verwaltung. Die Rangordnung entspricht bis auf die Materialwirtschaft

⁴¹⁶⁾ Untersuchung des Verfassers.

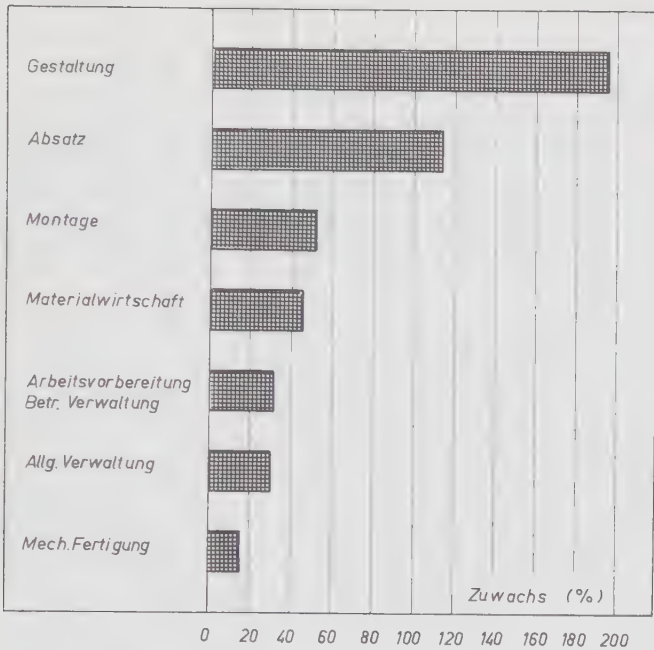


Abb. 25:⁴¹⁷⁾ Prozentualer Zuwachs der Beschäftigten in verschiedenen Bereichen von 1952 - 1961

der bei der Kostenstruktur von Sondermaschinen und Universalmaschinen gefundenen. Da die Stellung der Materialwirtschaft allen bisher gefundenen Ergebnissen widerspricht, kann angenommen werden, daß der erhöhte Anstieg eventuell auf eine Unterbesetzung des Bereichs im Jahre 1952 zurückzuführen ist. Die allgemeine Übereinstimmung mit den vorangegangenen Ergebnissen dürfte ausschließen, daß es sich bei dem unterschiedlichen Anwachsen der einzelnen Bereiche im Vergleich zur Fertigung um die Folge einer gleichzeitig von 1952 auf 1961 erfolgten Betriebsvergrößerung handelt.

⁴¹⁷⁾ Untersuchung des Verfassers.

4.32 Die veränderte Qualifikation der Beschäftigten

Im vorangegangenen Abschnitt 3 wurde gezeigt, daß es in den Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus zu einer qualitativen Aufgabenänderung und damit verbunden zu veränderten Anforderungen an die Aufgabenträger kommt. Die sich bei der Herstellung rationalisierter Maschinen ergebenden veränderten Aufgaben können nur dann erfüllt werden, wenn den neuen und schwierigeren Anforderungen eine veränderte Qualifikation der Beschäftigten entspricht.

Eine exakte Bestimmung der Qualifikation wäre denkbar mit Hilfe der Verfahren der Arbeitsbewertung, also durch eine Analyse von Merkmalen, die im einzelnen die Qualifikation bestimmen, wie etwa Wissen, Denkvermögen, Konzentrationsfähigkeit, Verantwortung, handwerkliche Fähigkeiten und körperliche Konstitution.⁴¹⁸⁾ Da sich im allgemeinen jedoch die Arbeitsbewertung im Werkzeugmaschinenbau auf die Bewertung der Fähigkeiten von Fertigungsarbeitern beschränkt, fehlt es an geeigneten Unterlagen, um auf der Grundlage der Arbeitsbewertung Aussagen über die Qualifikationsveränderungen aller Beschäftigten infolge des Baus rationalisierter Maschinen machen zu können. Soweit mit Hilfe der Arbeitsbewertung eine Einstufung der Fertigungsarbeiter in verschiedene Lohngruppen vorgenommen wird⁴¹⁹⁾, ist zu vermuten, daß der Anteil der höheren Lohngruppen als Folge erhöhter Anforderungen steigen wird. Für diese Vermutung spricht eine Zufallsstichprobe: In einer Unternehmung, die zwischen 1951 und 1961 stark vom Übergang auf den Sondermaschinenbau beeinflusst wurde (Sonder-

418) Vgl. hierzu u. a.: Euler, H. u. Stevens, H., Die analytische Arbeitsbewertung als Hilfsmittel zur Bestimmung der Arbeitsschwierigkeit, Düsseldorf 1950; Bloch, W., Arbeitsbewertung, Zürich 1959; Böhrs, H., Organisation und Gestaltung der Büroarbeit, München und Bern 1960; Bramesfeld, E., Graf O., Praktisch-psychologischer und arbeitsphysiologischer Leitfaden für das Arbeitsstudium, 2. Aufl., München 1955; Hetzler, H. W., Die Bewertung von Bürotätigkeiten, Köln und Opladen 1961; Timme, H., Löhne und Gehälter nach Leistung, München 1961.

419) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 43, Anm. 2.

maschinenanteil 1951 = 11 %, 1961 rund 43 % der Gesamtselbstkosten der Werkzeugmaschinenproduktion), stieg der Anteil der Facharbeiter der höchsten Lohngruppe an der Gesamtzahl der Facharbeiter um 88 %, bezogen auf den Anteil von 1951.⁴²⁰⁾

Allgemein kann aufgrund der vorangegangenen Überlegungen in Abschnitt 3 geschlossen werden, daß beim Bau rationalisierter Maschinen Beschäftigte mit neuartigem technischen Wissen (Entwicklung, Konstruktion und Montage der Maschinensteuerungen) und Beschäftigte mit vertieftem und verbreitetem technischen Wissen in allen Bereichen benötigt werden.⁴²¹⁾ Daneben wird von allen Beschäftigten größeres und besseres Denkvermögen verlangt (da weniger vorgedacht werden kann und mehr zu improvisieren ist) und von denen, die objektbezogenen Tätigkeiten ausführen, im gesteigerten Maße die Fähigkeit, selbst Entscheidungen zu treffen und Verantwortung zu tragen (vgl. 4.22 Veränderungen im Leitungszusammenhang).

Da die Qualifikation mit durch die Berufsausbildung geprägt wird, liegt es nahe, zu einer näheren Kennzeichnung der veränderten Qualifikationen von der jeweiligen, im Hinblick auf eine bestimmte Abschlußprüfung eindeutig zu erfassenden Berufsausbildung auszugehen.⁴²²⁾ Hierbei ist indes- sen zu berücksichtigen, daß eine eindeutige Abhängigkeit zwischen den Anforderungen in den einzelnen Bereichen und der zu ihrer Erfüllung notwendigen Berufsausbildung durch eine Reihe von Faktoren gestört wird; Angeborene Anlagen und berufliche Weiterbildung ergeben bei Beschäftigten mit gleicher Berufsausbildung unterschiedliche Qualifikationen; die Arbeitsmarktlage kann die Einstellung von Personen mit einer den Anforderungen entsprechenden Berufsausbildung verhindern; schließlich be-

420) Firmeninformation.

421) Zu der bei Fertigung von Produkten in hoher Differenzierung notwendigen Vielseitigkeit der Arbeiter vgl. Mellerowicz, K., Betriebswirtschaftslehre der Industrie, Bd. I, a.a.O., S. 128.

422) Vgl. Siebel, W. u. Hetzler, H. W., a.a.O., die die Verteilung der nach Berufsausbildung gekennzeichneten Beschäftigten für 7 Maschinenbaubetriebe (darunter 2 Werkzeugmaschinenfabriken) im einzelnen ermittelt haben.

einflussen Wertvorstellungen hinsichtlich des Berufsbildes die Besetzung einzelner Arbeitsplätze.⁴²³⁾ Aus diesem Grunde soll die Betrachtung von Qualifikationsänderungen, die durch eine veränderte Berufsausbildung der Beschäftigten in den Hauptbereichen gekennzeichnet sind, beschränkt werden auf die Herausstellung von allgemeinen Änderungstendenzen in Fällen, in denen eine bestimmte Berufsausbildung nur schwer durch angeborene Anlagen und spätere berufliche Weiterbildung ersetzt werden kann.

Als Beschäftigte mit neuartigen Qualifikationen werden Elektroingenieure und Elektriker für die Konstruktion und Montage elektrischer Aggregate benötigt; Verdrahten und Verlöten elektrischer Aggregate kann z. T. durch angelernte Arbeiter erfolgen. Für Forschungs- und Konstruktionsaufgaben werden bisher im Werkzeugmaschinenbau kaum benötigte wissenschaftlich geschulte Hochschulingenieure eingestellt. Der stark technisch betonte Charakter der Verkaufsanbahnung und -durchführung bei rationalisierten Maschinen hat dazu geführt, daß diese Aufgaben nicht wie beim Universalmaschinenbau von kaufmännisch ausgebildeten Kräften, sondern von Ingenieuren erfüllt werden. Technisch vorgebildete Beschäftigte (Ingenieure, Meister, Techniker) übernehmen auch Einkaufsaufgaben.

Schließlich ergibt sich eine Erhöhung des Qualifikationsniveaus in seiner Gesamtheit als Folge der Rationalisierung dadurch, daß besonders die Bereiche in der Unternehmung wachsen, deren Beschäftigte ein hohes Qualifikationsniveau repräsentieren. Als Bereiche dieser Art können Konstruktion und Vertrieb angesehen werden.⁴²⁴⁾ Da es sich bei den Beschäftigten der durch die Rationalisierung wachsenden Bereiche vor allem um Angestellte handelt, ist damit auch eine Veränderung in dem Verhältnis von Arbeitern und Angestellten verbunden. Dies veranschaulicht die folgende Tab. 27, in der das Verhältnis Arbeiter zu Angestellten dargestellt ist für den gesamten Werkzeugmaschinenbau.

423) Vgl. Siebel, W. u. Hetzler, H. W., a. a. O., S. 54 - 57, S. 60, S. 177.

424) Hinsichtlich zahlenmäßiger Vergleichswerte für das durchschnittliche Qualifikationsniveau der Angestellten mit technischer Berufsausbildung im Fertigungsbereich, im kaufmännischen und Verwaltungsbereich und im Konstruktionsbereich vgl. Siebel, W. u. Hetzler, H. W., a. a. O., S. 79 - 83.

Jahr	Arbeiter/Angestellte (Jahresdurchschnitt)
1952	3,8
1957	3,1
1961	2,6

Tab. 27:⁴²⁵⁾ Entwicklung des Verhältnisses Arbeiter/Angestellte im
Gesamtwerkzeugmaschinenbau

Zweifellos wird das Verhältnis Arbeiter/Angestellte auch durch die jeweilige Personalpolitik der einzelnen Unternehmung beeinflusst, jedoch dürfte in den obigen globalen Zahlen ebenfalls der Einfluß des Baus rationalisierter Werkzeugmaschinen zum Ausdruck kommen⁴²⁶⁾.

Mit den bei der Untersuchung des Faktors Arbeit gewonnenen Ergebnissen ergibt sich ein interessanter Ausblick auf die Probleme der Freisetzung- und Kompensationstheorie⁴²⁷⁾ in Zusammenhang mit der Automatisierung.⁴²⁸⁾ Bei den durch die Automatisierung ersetzten Fertigungsverfahren handelt es sich zumeist um eine Reihenfertigung auf spezialisierten Universalmaschinen, die vor allem von angelernten Arbeitern bedient wurden. Damit werden durch den Einsatz von Sondermaschinen - wenn überhaupt - vorwiegend angelernte Arbeiter freigesetzt.⁴²⁹⁾ Wie die obigen Ausführungen zeigen, werden im Sondermaschinenbau aber hochqualifizierte Facharbeiter benötigt und vor allem, was quantitativ belegt werden konnte (vgl. die Daten zum Anwachsen der Konstruktionsabteilung), Konstrukteure. Damit erweist

425) Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA)(Hrsg.), Statistische Zahlen ..., a.a.O., S. 18, S. 10.

426) Vgl. Knorr, M., a.a.O., S. 634.

427) Vgl. z.B. Rüstow, H.-J., Theorie der Vollbeschäftigung in der freien Marktwirtschaft, Tübingen 1951.

428) Vgl. Pollock, F., a.a.O., S. 201 ff.

429) Vgl. Hammer, M., a.a.O., S. 27, S. 32, Die bei Hammer angeführten statistischen Untersuchungen zu dieser Frage (S. 73/74, Graphik a und b) lassen keine absolute Abnahme der Zahl angelernter Arbeiter mit fortschreitender Automatisierung zwischen 1949 und 1956 erkennen; verglichen mit dem Produktionsvolumen zeigt sich jedoch deutlich eine relative Abnahme der angelernten Arbeiter.

sich die Annahme, daß die durch die Automatisierung freigesetzten Arbeitskräfte auf lange Sicht - da kurzfristige Freisetzung und Bedarf zeitlich auseinanderfallen - bei der Herstellung der der Automatisierung dienenden Maschinen eingesetzt werden könnten⁴³⁰), zumindest für den Bereich des Werkzeugmaschinenbaus, als nicht stichhaltig.

4.33 Zusammenfassung

Es konnte quantitativ auf 3 verschiedenen Wegen (Kostenstrukturvergleich von Sonder- und Universalmaschinen; zwischenbetrieblicher Vergleich; zeitabhängiger unterbetrieblicher Vergleich) nachgewiesen werden, daß in den Bereichen Gestaltung, Absatz, Montage, Arbeitsvorbereitung, Verwaltung die Arbeitsquanten im Vergleich zu denen der Fertigung mit dem Bau rationalisierter Maschinen ansteigen. Bei allen drei Methoden ergab sich die stärkste Steigerung in der Konstruktion, gefolgt vom Absatz. Die Rangordnung der Arbeitsmengensteigerung in den übrigen Bereichen differierte bei den einzelnen Methoden; hierbei ist zu berücksichtigen, daß die entsprechenden Bereiche infolge der verschiedenartigen Unterlagen sich bei den einzelnen Untersuchungsmethoden nicht voll decken. Es ist auch zu berücksichtigen, daß es sich bei der Arbeitsvorbereitung, der Verwaltung und der Materialwirtschaft um relativ kleine Bereiche hinsichtlich der Zahl der Beschäftigten handelt, bei denen sich dementsprechend Veränderungen in der zahlenmäßigen Besetzung relativ stark auswirken müssen.

Die Zahl der untersuchten Unternehmungen erlaubt keine statistisch gesicherte Verallgemeinerung der gefundenen Ergebnisse auf den gesamten Werkzeugmaschinenbau. Jedoch dürfte die Tatsache, daß auf drei verschiedenen Wegen in der Tendenz übereinstimmende quantitative Ergebnisse gefunden wurden und daß diese Ergebnisse die aufgrund der Aufgabenanalyse gezogenen Folgerungen verifizieren, darauf hindeuten, daß die gefundenen

⁴³⁰) Müller, E., Automation als ökonomisches Problem, Dissertation Münster 1958, S. 53.

Werte den quantitativen Nachweis einer allgemeinen tendenziellen Veränderung des Werkzeugmaschinenbaus als Folge der Rationalisierung darstellen.

Da die Veränderungen hauptsächlich auf die gestiegene Differenzierung der rationalisierten Werkzeugmaschinen zurückzuführen sind, ist das Ausmaß der Veränderungen in den einzelnen Unternehmungen weitgehend abhängig vom Variationsgrad der hergestellten rationalisierten Maschinen, was grob gezeigt werden konnte mit der Herausstellung der extremen Gruppen der Universalmaschinen- und Sondermaschinenhersteller und der dazwischenliegenden Gruppe der Hersteller mit gemischtem Programm. Allgemein gibt somit die vorangegangene Untersuchung auch einen quantitativen Beleg, wie die Eigenart des Produktes die Proportionierung der einzelnen Aufgabenbereiche der Unternehmung bestimmt.

Allgemein wird das Gesamtqualifikationsniveau der Beschäftigten gehoben. In einzelnen Aufgabenbereichen werden kaufmännisch vorgebildete Beschäftigte durch technisch vorgebildete Beschäftigte ersetzt.

Da besonders die Bereiche wachsen, die ein hohes Qualifikationsniveau verlangen (Konstruktion, Absatz), vergrößert sich der Anteil der Beschäftigten mit hohem Qualifikationsniveau, also vor allem der Angestellten. Bezogen auf die von der mechanischen Fertigung erbrachte Leistung, steigt die Zahl der Beschäftigten im Unternehmen.

4.4 Veränderung des Faktors Betriebsmittel

Bei den Betriebsmitteln des Werkzeugmaschinenbaus handelt es sich hauptsächlich um Werkzeugmaschinen, Transportmittel und Gebäude. Es sollen zunächst die Einflüsse des Baus rationalisierter Maschinen auf die Werkzeugmaschinen, einschließlich Transportmittel, sodann die Einflüsse auf die Gebäude betrachtet werden.

4.41 Werkzeugmaschinen

Die erhöhten Anforderungen an die Genauigkeit der Werkstücke und die besonders nachteiligen Folgen von Ausschuß bei der Fertigung kleiner Stückzahlen (erschwerter Ersatzmöglichkeit des Ausschusses) sind nur zu erfüllen mit Werkzeugmaschinen von erhöhter Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Einmal werden Werkzeugmaschinen von besonders hoher Genauigkeit benötigt, wie Koordinatenbohrwerke, zum andern muß die durchschnittliche Qualität des Werkzeugmaschinenparkes steigen. Das hat als sekundäre Folge, daß abgenutzte Werkzeugmaschinen mit verminderter Genauigkeit und Zuverlässigkeit nur noch in verringertem Maße verwendet werden können; dieser Effekt wird z. T. allerdings kompensiert durch die gestiegene Dauergüte der Werkzeugmaschinen (vgl. 1.32).

Den größeren Bedarf an höherwertigen Werkzeugmaschinen bei der Herstellung rationalisierter Maschinen veranschaulicht der folgende Vergleich: Für 6 beliebige Transferstraßen und 8 Universalmaschinen, die drei verschiedenen Gattungen angehören, wurden die jeweils durchschnittlichen Platzkosten, wie sie sich bei der Nachkalkulation für eine bestimmte Bearbeitungsperiode ergaben, verglichen. Da die Einzelteile dieser Maschinen von gleicher Größenordnung sind, können unterschiedliche Platzkosten nicht durch die stärkere Benutzung von Großmaschinen entstehen. Der Vergleich ergab um 23 %⁴³¹⁾ höhere Platzkosten für die Fertigung der Transferstraßenteile gegenüber den Universalmaschinenteilen.

Daneben verlangt die gestiegene Genauigkeit der rationalisierten Maschinen auch genauere und kompliziertere Meßmittel, und zwar zum Messen der Werkzeuge, der bezogenen Einbauteile, der gefertigten Werkstücke und zum Überprüfen der gefertigten Maschine.

Betrachtet man die Werkzeugmaschinen unter dem Aspekt ihrer fertigungstechnischen Elastizität⁴³²⁾, so ergibt sich: Je geringer die Stückzahlen gleicher Teile werden, um so weniger können auf die Bearbeitung bestimm-

431) Untersuchung des Verfassers.

432) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 67.

ter Werkstücke spezialisierte Maschinen in ihrer qualitativen und quantitativen Kapazität voll ausgenutzt werden. Damit scheiden Sonder- und Einzweckmaschinen für die Fertigung von Sondermaschinen im allgemeinen aus; ebenso wenig können Vorrichtungen wirtschaftlich verwendet werden. Eine Ausnahme ergibt sich jedoch gelegentlich aus fertigungstechnischen Gründen, wenn eine Bearbeitungsaufgabe nicht ohne den Einsatz einer Einzweckmaschine oder die Verwendung einer Vorrichtung zu lösen ist. Der hohe Anteil kleiner Losgrößen, z. B. im Sondermaschinenbau, verlangt einen hohen Anteil solcher Werkzeugmaschinen, bei denen der Aufwand zur Erstellung der Einrichtung klein ist bzw. bei denen die Rüstzeit im Vergleich zur Stückzeit kurz ist. Damit werden die Verwendungsmöglichkeiten von Mehrzweckmaschinen, wie Kopierdreh- und Fräsmaschinen, Revolverdrehbänken, Automaten usw. stark eingeschränkt. Als vorwiegende Werkzeugmaschinenart verbleibt somit für den Sondermaschinenbau die Universalmaschine. Diese Überlegungen gelten analog für die Fertigung aller übrigen rationalisierten Maschinen in dem Maße, wie die Losgrößen mit den im Sondermaschinenbau üblichen übereinstimmen. Das bedeutet, daß eventuell für die Fertigung von rationalisierten Werkzeugmaschinen mit einem höheren Anteil großer Losgrößen durchaus etwa Mehrzweckmaschinen und gelegentlich auch Einzweckmaschinen eingesetzt werden können, so z. B. bei der Fertigung von Mehrspindelautomaten.

Bei den Transportmitteln ergeben sich weniger charakteristische Veränderungen; auch im Universalmaschinenbau sind die Losgrößen im allgemeinen noch nicht ausreichend, um spezialisierte Transportmittel in großem Maße einzusetzen, so daß hier unabhängig von der Eigenart der produzierten Werkzeugmaschinen Kran und Elektrokarren als die charakteristischen Transportmittel anzusehen sind.

Die Zusammensetzung des Werkzeugmaschinenparks ist von der Zusammensetzung der Bearbeitungsaufgabe abhängig. Bei der Betrachtung der quantitativen und qualitativen Aufgabenveränderungen in der Fertigung unter 3.53 wurde gezeigt, daß im bestimmten Fall diese Zusammensetzung von der Eigentümlichkeit der rationalisierten Maschine abhängig sein kann. Indessen besteht kein zwingender Zusammenhang zwischen der Proportion der Bearbeitungsaufgaben und der Zusammensetzung des Werkzeugmaschinenparks, wie er etwa zwischen der Qualität der Werkstücke und der Genauigkeit der Bearbeitungsmaschinen existiert, da Unterschiede in der Pro-

portion der Bearbeitungsaufgabe und der Proportion der zur Verfügung stehenden verschiedenartigen Maschinen z.T. durch zeitliche Anpassung⁴³³) (Überstunden), quantitative Anpassung⁴³⁴) (Stillsetzen) und durch Substitution des Verfahrens im technologischen Sinne⁴³⁵) (Fräsen anstelle von Hobeln) ausgeglichen werden können. Die Abhängigkeit der Proportionierung der Bearbeitungsarten von der Eigenart der rationalisierten Maschinen und der indirekte Zusammenhang zwischen Proportionierung der Bearbeitungsarten und der Proportionierung des Maschinenparks läßt somit generelle Aussagen nicht zu.

Für den Einzelfall kann jedoch gezeigt werden, daß die Produktion von rationalisierten Maschinen anstelle von Universalmaschinen zu einer Umproportionierung des Maschinenparks führt. Es wurden in einem Unternehmen mit über 500 Beschäftigten die Veränderungen untersucht, die sich bei einer Ausdehnung der Sondermaschinenproduktion von einem Anteil von 11 % (1951) an den Gesamtselbstkosten der Werkzeugmaschinenproduktion auf einen Anteil von 43 % (1961) ergaben.

Die Tab. 28 zeigt überproportionales Anwachsen für Flachschleifmaschinen, Bohrwerke, Feinbohrwerke und Fräsmaschinen und unterproportionales Anwachsen für Mehrzweckmaschinen, Drehbänke und Zahnradfräsmaschinen. In großen Zügen entspricht damit die Umproportionierung des Maschinenparks dem für die Fertigung (3.53) gezeigten Trend der Umproportionierung der Bearbeitungsarten bei Sondermaschinen.

Zur Verallgemeinerung dieser Werte müssen die zugrunde liegenden Bedingungen berücksichtigt werden (vgl. 3.53). Die Verminderung der Mehrzweckmaschinen und das teilweise Anwachsen von Feinbohrwerken und Bohrwerken ist eine Folge verminderter Losgrößen und dürfte bei allen Unternehmungen mit entsprechend veränderter gleichzeitiger Differenzierung der Maschinen auftreten. Die Erhöhung der Flachschleifmaschinen und Fräsmaschinen ist z.T. bedingt durch die erhöhte Teilflächenzahl der Sondermaschinen als Folge der Baukastenweise und daher ebenfalls zu verallgemeinern. Dagegen

433) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 262 ff.

434) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 267 ff.

435) Vgl. Riebel, P., Industrielle Erzeugungsverfahren ..., a.a.O., S. 84.

stellt die Abnahme von Dreh- und Zahnradfräsmaschinen eine durch die besondere Bauweise der Sondermaschinen in der untersuchten Unternehmung verursachte Veränderung dar.

Tab. 28:⁴³⁶⁾ Anwachsen einzelner Maschinenarten beim Übergang zum Sondermaschinenbau

Maschinenart	Steigerung der Maschinenanzahl von 1951 - 1961 (in %)
1) Gesamtzahl aller Maschinen	43
2) Mehrzweckmaschinen (Vielstahldrehbänke, Kopierdrehbänke, Automaten)	6
3) Flachsleifmaschinen	120
Bohrwerke	100
Fräsmaschinen	62
Feinbohrwerke	50
4) Drehbänke	21
Zahnradfräsmaschinen	44

4.42 Gebäude

Beim Bau rationalisierter Maschinen wird der Bedarf an Büroräumen, Werkstatt-, Montage- und Lagerflächen vergrößert.

436) Untersuchung des Verfassers.

Zusätzliche Büroräume werden vor allem benötigt für die Konstrukteure der Maschinensteuerungen und für die vermehrte Zahl der Beschäftigten in der Konstruktion überhaupt. Der Bedarf an Werkstattfläche wächst durch die raumbeanspruchenden Arbeiten der Schweißerei, der Flaschnerei und der Warmbehandlung. Vergrößerte Montageflächen werden benötigt als Folge der zusätzlichen Aufgaben der Steuerungs montage, als Folge der vergrößerten geometrischen Ausdehnung rationalisierter Maschinen (was besonders bei Transferstraßen in Erscheinung tritt) und als Folge längerer Durchlaufzeit der Maschinen in der Montage⁴³⁷⁾. Vergrößerte Lagerflächen werden erforderlich durch die wesentlich erhöhte Anzahl von Gußmodellen und durch die erhöhte Anzahl verschiedener Teile im Eingangs- und Zwischenlager, die zu einer schlechteren Platzausnutzung führen muß, und durch die längere Lagerzeit in Eingangs- und Zwischenlager⁴³⁸⁾. Eine Verminderung der benötigten Lagerfläche entsteht daraus, daß kundenabhängige rationalisierte Maschinen nicht nach ihrer Fertigstellung gelagert werden.⁴³⁹⁾

Neben dem vergrößerten Bedarf an Arbeits- und Lagerflächen verändern sich auch die Ansprüche an bestimmte Eigenschaften der Gebäude. Veränderungen dieser Art werden in erster Linie erforderlich als Folge erhöhter Genauigkeit der hergestellten rationalisierten Maschinen. Besonders genaue Werkstücke sind nur zu fertigen und zu montieren, wenn hierbei alle Einflüsse von Temperaturschwankungen und Erschütterungen vermie-

437) Vgl. die Überlegung zum Arbeitsablauf der Fertigung unter 4. 13.

438) Vgl. die Ausführungen zur veränderten Materialbereitstellungsplanung unter 4. 12.

439) Es ist zu berücksichtigen, daß im allgemeinen keine direkte Abhängigkeit zwischen Bedarf und Erstellung neuer Gebäude besteht, die eine zahlenmäßige Darstellung der Veränderungen gestatten würde. Durch eine intensivere Nutzung der vorhandenen Flächen, aber auch durch die Inkaufnahme eines als Folge von Raumnot gestörten Arbeitsablaufs, kann der erhöhte Flächenbedarf ohne Neubauten z. T. aufgefangen werden. Andererseits würde eine quantitative Darstellung auch dadurch verfälscht, daß bei Neubauten im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen der Flächenbedarf reichlicher bemessen wird, als im Augenblick erforderlich ist.

den werden. Das verlangt erschütterungsfreie Fundamente der Maschinen und die Unterbringung zumindest von einzelnen Maschinen, Meßgeräten und Montageplätzen in temperierten oder sogar klimatisierten Räumen. Sowohl eine entsprechende Gestaltung der Hallen wie auch zusätzliche Anlagen zur Temperierung bedeuten erhöhte Abschreibungskosten der Gebäude und erhöhte Betriebskosten für Klimaanlage.

Zusammengefaßt lassen sich folgende Veränderungen der Betriebsmittel im Unternehmen des Herstellers von rationalisierten Werkzeugmaschinen feststellen:

- 1) Erhöhte Genauigkeit der Werkzeugmaschinen,
- 2) vorwiegende Verwendung von Universalmaschinen,
- 3) veränderte Zusammensetzung des Werkzeugmaschinenparks, je nach Eigenart der hergestellten rationalisierten Maschinen,
- 4) vergrößerter Bedarf an Werkstatt- und Lagerflächen,
- 5) zusätzlicher Bedarf an klimatisierten Räumen,

4.5 Veränderung des Faktors Werkstoff

Auf die Eigenart der bei der Produktion rationalisierter Maschinen benötigten Werkstoffe (Rohstoffe, Halb- und Fertigfabrikate) wurde bei der Betrachtung der veränderten Materialwirtschaft unter 3.3 im einzelnen eingegangen. Veränderungen beim Einsatz des Faktors Werkstoff, die hier untersucht werden sollen, ergeben sich bei der Produktion rationalisierter Maschinen aus mehreren Gründen.

In vielen Unternehmen werden Steuer- und Fördereinrichtungen nicht selbst gefertigt, sondern von Spezialunternehmen bezogen. In diesem Falle werden die Kosten des Werkstoffeinsatzes beträchtlich erhöht, da es sich bei diesen Aggregaten um teure Fertigfabrikate handelt, was besonders bei numerischen Steuerungen in Erscheinung tritt (vgl. Tab. 8). Die Kosten des Werkstoffeinsatzes werden weiter erhöht durch die vermehrte Zahl von Lagerhütern bei be-

zogenen und gefertigten Teilen, durch erhöhten Ausschuß und durch höhere Bearbeitungszugaben, wobei anzunehmen ist, daß der letzte Faktor den geringsten Einfluß auf die Erhöhung des Werkstoffeinsatzes hat.

Insgesamt ergibt sich also bei der Produktion rationalisierter Maschinen eine Erhöhung der Kosten des Werkstoffeinsatzes, die in ihrem Ausmaß jedoch stark von der Produktionstiefe des jeweiligen Unternehmens beeinflußt wird.

4.6 Die veränderte Faktorproportionierung

Geht man davon aus, daß bei der Produktion von Werkzeugmaschinen nur eine begrenzte Substituierbarkeit der Faktoren menschliche Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoff besteht^{439a)}, so muß jeder zu produzierenden Werkzeugmaschinenart eine bestimmte mengenmäßige Proportionierung der Produktionsfaktoren mit bestimmter Beschaffenheit der Faktoren entsprechen. Ändert sich der Aufbau der produzierten Werkzeugmaschinenart, so ist anzunehmen, daß sich neben der Beschaffenheit der Faktoren ihre mengenmäßige Proportionierung ebenfalls ändern wird. Die Beschaffenheit der Faktoren bestimmt den Preis; das Produkt aus Preis und Menge ergibt die Kosten des Faktoreinsatzes.⁴⁴⁰⁾ Veränderungen der Beschaffenheit und der Menge müssen demnach zu einer Umproportionierung der Faktorkosten führen.

Die vorangegangenen Überlegungen des Abschnittes 4 zur Veränderung der Elementarfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoff (4.3 - 4.5) geben Anhaltspunkte dafür, in welche Richtung die Veränderung der Faktorkostenproportionierung verlaufen muß: Erhöhtes Qualifikationsniveau der Beschäftigten und Betriebsmittel von höherer Güte bedingen eine Verteuerung dieser Faktoren; ggf. verteuern auch bezogene Fertigfabrikate den Werkstoffeinsatz.

439a) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 228.

440) Gutenberg, E., Grundlagen, Bd. 1, a.a.O., S. 228.

Das Anwachsen der Beschäftigten in den der Fertigung vorgelagerten Bereichen bedeutet steigende Kosten des Faktors Arbeitsleistung bezogen auf die von der Fertigung erbrachte Leistung; desgleichen erhöht der vermehrte Bedarf an Betriebsmittelkapazität und an Werkstoff (Lagerhüter, Ausschuß, Bearbeitungszugabe) die Kosten dieser Faktoren bezogen auf die Fertigungsleistung.

Aufgrund der vorangegangenen eingehenden Analyse der Ursachen, die zu diesen Kostensteigerungen führen, und aufgrund der allgemeinen Kostenstruktur im Werkzeugmaschinenbau kann vermutet werden, daß sich die Kostensteigerung beim Faktor Arbeit am stärksten auswirken muß; denn sieht man von einer Steigerung der Kosten des Werkstoffeinsatzes durch Bezug teurer Fertigfabrikate ab, so kann es sich bei der mengenmäßigen Vergrößerung des Einsatzes dieses Faktors seiner Natur nach nur um eine geringere Steigerung handeln; demgegenüber ist die Steigerung der Beschäftigtenzahl durch Anwachsen der der Fertigung vorgelagerten Abteilungen wesentlich größer. Die Erhöhung der Kosten des Betriebsmitteleinsatzes dürfte weniger ins Gewicht fallen, da die Betriebsmittelkosten nur einen geringen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen. Indessen lassen sich exakte Anhaltspunkte über die Proportionierung der Faktorkosten nur gewinnen durch eine Betrachtung der Kostenstruktur im gegebenen Fall. Hierzu sollen zwei Wege eingeschlagen werden:

- 1) Vergleich der Kostenstruktur von Sondermaschinen und Universalmaschinen,
- 2) Vergleich der Kostenstruktur verschiedener Unternehmen, deren Programme durch den Bau bestimmter Maschinen im Sinne der Untersuchung gekennzeichnet sind.

Ein Vergleich der Durchschnittswerte von 7 Universalmaschinen, die zu vier verschiedenen Gattungen gehören, und von 6 Transferstraßen⁴⁴¹⁾ der gleichen Unternehmung ergab folgende Unterschiede im Anteil der Kosten für die Faktoren Arbeitsleistungen und Werkstoff (Kosten für Werkstoff und Arbeitsleistungen = 100 gesetzt):

441) Es handelt sich bei den Maschinen um eine Zufallsauswahl; die ermittelte Kostenstruktur fußt auf Werten der Nachkalkulation aus der gleichen Rechnungsperiode. - Die gleichen Maschinen wurden zur Ermittlung der Arbeitskostenstruktur verwendet vgl. 4.312.

Tab. 29:⁴⁴²⁾ Vergleich der Werkstoffkosten und Arbeitskosten bei Universal- und Sondermaschinen

	Mehrfaches (%) des durchschnittl. Anteils der Faktorkosten von Transferstraßen im Vergleich zu dem entsprechenden Anteil der Faktorkosten bei Universalmaschinen
1) Werkstoffkosten	72
2) Arbeitskosten	119
a) Lohnkosten	92
b) Gehaltskosten	152

Der Vergleich zeigt, daß der Anteil der Kosten des Faktors Arbeit bei Transferstraßen wesentlich höher liegt als bei Universalmaschinen, was vor allem auf den höheren Anteil der Gehaltskosten zurückzuführen ist. Dementsprechend liegt der Anteil der Werkstoffkosten unter dem der Universalmaschinen. Da es sich um Maschinen der gleichen Unternehmung handelt, können unternehmensbedingte Einflüsse das Ergebnis nicht bestimmen, wie etwa Besonderheiten der Programmplanung oder der Personalpolitik.

Charakteristische Unterschiede in der Proportionierung der drei Faktoren müssen sichtbar werden beim Vergleich der Kostenstruktur von Unternehmen, die durch vorwiegenden Universalmaschinenbau bzw. durch vorwiegenden Bau von Sondermaschinen gekennzeichnet sind. Es wurde daher die Kostenstruktur ermittelt⁴⁴³⁾ für die schon der Untersuchung der Arbeitskosten zugrunde gelegten Unternehmen der Gruppe I (Universalmaschinen) und für die Unternehmen der Gruppe II (Sondermaschinen). Zum Vergleich wurden die entsprechenden Werte der Unternehmen des Schwermaschinenbaus ebenfalls erfaßt.⁴⁴⁴⁾ Für jedes Unternehmen wurden die Anteile folgender Kosten an den Gesamtkosten ermittelt:

442) Untersuchung des Verfassers.

443) Aufgrund von Unterlagen des VDMA aus der Kosten-Kennzahlen-Erhebung für 1961.

444) Zu den näheren Bedingungen der Untersuchungsbasis vgl. 4.313.

- 1) Werkstoffkosten (Fertigungsstoffe: Grundstoffe, Halb- und Fertigfabrikate),
- 2) Betriebsmittelkosten (Abschreibungen und Zinsen),
- 3) Kosten menschlicher Arbeit (Löhne und Gehälter).

Für jede der drei Unternehmensgruppen wurden die Durchschnittswerte dieser Kostenanteile ermittelt⁴⁴⁵); die Summe der durchschnittlichen Anteile jeder Gruppe wurde gleich 100 gesetzt und die Anteile neu bestimmt. Die jeweiligen durchschnittlichen Anteile der Faktorkosten der Gruppe II und IV wurden zu den entsprechenden Werten der Gruppe I ins Verhältnis gesetzt (Werte der Gruppe I (Universalmaschinen) gleich 1). Das Ergebnis dieses Vergleichs ist in Abb. 26 dargestellt; zusätzlich sind die Verhältnisswerte für Lohn- und Gehaltskosten aufgeführt.

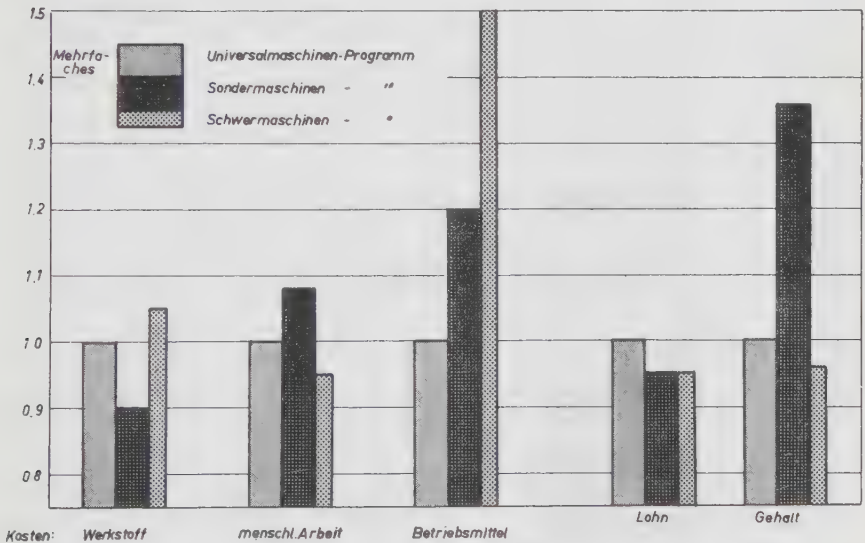


Abb. 26: Kostenstrukturvergleich verschiedener Unternehmen

445) Wegen der beschränkten Zahl von Unternehmen in jeder Gruppe und im Hinblick auf die Vertraulichkeit der Kostenkennzahlen ist die Angabe dieser Werte nicht möglich.

Die Abbildung läßt erkennen, daß im Sondermaschinenbau im Vergleich zum Universalmaschinenbau die Kosten für menschliche Arbeit und Betriebsmittel höher liegen, während die Kosten für Werkstoff niedriger sind. Die Betrachtung der Lohn- und Gehaltskosten zeigt, daß der höhere Anteil der Arbeitskosten wesentlich auf die Steigerung der Gehaltskosten zurückzuführen ist, da dieser Anteil bedeutend über dem der Universalmaschinen liegt. Der Schwerwerkzeugmaschinenbau ist gekennzeichnet durch höhere Werkstoffkosten und höhere Betriebsmittelkosten (Großwerkzeugmaschinen) im Vergleich zum Universalmaschinenbau und zum Sondermaschinenbau.

Für die Beurteilung der größenmäßigen Unterschiede in den Werten der drei Unternehmensgruppen muß berücksichtigt werden, daß die Anteile der einzelnen Faktorkosten an den Gesamtkosten verschieden sind. Einen Anhaltspunkt für die absolute Größe der Faktorkostenanteile soll die Abb. 27 vermitteln.

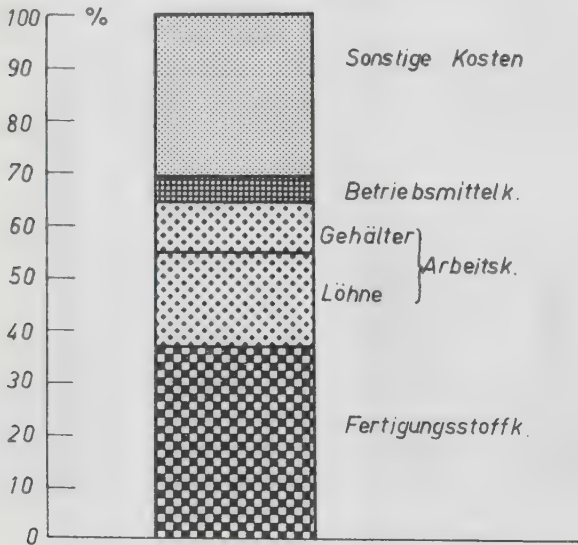


Abb. 27:⁴⁴⁶⁾ Durchschnittliche Faktorkostenanteile an den Gesamtkosten im Maschinenbau 1961

⁴⁴⁶⁾ Nach VDMA: Kosten-Kennzahlen im Maschinenbau für 1961.

Hier sind die durchschnittlichen Anteile der Kosten für Fertigungsstoffe, für Betriebsmittel (Abschreibung und Zinsen) und für Arbeitsleistungen (Löhne und Gehälter) an den Gesamtkosten für den gesamten Maschinenbau aufgeführt; die sonstigen Kosten sind: Kosten der Handelswaren, der auswärtigen Bearbeitung, der Stoffe für innerbetriebliche Leistungen, für Hilfs- und Betriebsstoffe, der Steuern, der Sozialleistungen, der Wagnisse und Sondereinzelkosten des Vertriebs. Im Einzelfall können sich von den aufgeführten Durchschnittswerten erhebliche Abweichungen ergeben. Es ist zu berücksichtigen, daß diese Werte nicht identisch mit denen des Werkzeugmaschinenbaus sind; in ihrer allgemeinen Proportionierung geben sie aber auch die Kostenverteilung für den Werkzeugmaschinenbau ungefähr wieder.

Man erkennt, daß die Betriebsmittelkosten nur einen verhältnismäßig geringen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen, so daß der stark erhöhte Anteil dieser Kosten weniger stark ins Gewicht fällt. Dagegen bilden Werkstoff und Arbeitskosten die größten Anteile der Faktorkosten: Die Erhöhung des Arbeitskostenanteils und die Verringerung des Werkstoffkostenanteils stellen somit eine spürbare Veränderung der Kostenproportion dar.

Die allgemeinen Fehlerquellen zwischenbetrieblicher Vergleiche und die Tatsache, daß es sich um durchschnittliche Gruppenwerte handelt, lassen nur eine tendenzielle Interpretation des Ergebnisses sinnvoll erscheinen. Dieses Ergebnis entspricht den eingangs auf den Ursachen der Veränderungen aufbauenden Annahmen und der Untersuchung der Kostenstruktur einzelner Maschinen, so daß damit die zunächst deduktiv erhaltenen Veränderungen durch quantitative Werte verifiziert werden konnten. Die Zahl der untersuchten Unternehmungen läßt eine Verallgemeinerung der quantitativen Ergebnisse über den Kreis der untersuchten Unternehmen mit statistischer Sicherheit nicht zu; aufgrund der eingehenden Erörterung der den Veränderungen zugrunde liegenden Ursachen kann aber angenommen werden, daß sie zunächst in ähnlich scharfer Form für alle Sondermaschinenhersteller gelten und daß sie - da die Hauptursache der Veränderungen der erhöhte Variationsgrad ist - in abgeschwächter Form für die übrigen Hersteller je nach Höhe des Variationsgrades und Anteil der Maschinen am Programm zutreffen, so daß sich die Veränderungen der Kostenstruktur beim Bau rationalisierter Maschinen verallgemeinert folgendermaßen zusammenfassen lassen:

- 1) Steigerung des Kostenanteils für menschliche Arbeitsleistungen (verursacht durch gestiegene Gehaltskosten),
- 2) geringere Steigerung der Kosten für Betriebsmittel,
- 3) Verminderung des Kostenanteils für Werkstoff.

4.7 Veränderte Branchenstruktur und innerbetrieblicher Umwandlungsprozeß als besondere Aspekte der Veränderung des Unternehmensaufbaus

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Veränderung des Unternehmensaufbaus als Folge des Baus rationalisierter Maschinen gekennzeichnet. Zwei Erscheinungen, die mit dieser Veränderung im Aufbau verbunden sind, sollen im folgenden noch genauer herausgestellt werden: Einmal bedeutet eine Veränderung des Unternehmensaufbaus, daß die durch eine bestimmte Zusammensetzung verschiedenartiger Unternehmungen gebildete Branchenstruktur der Werkzeugmaschinenindustrie verändert wird. Sodann bedeutet eine Veränderung des Aufbaus, daß in einzelnen Unternehmungen der Übergang zum Bau rationalisierter Maschinen zu einem inneren Umgestaltungsprozeß führen mußte.

4.71 Die veränderte Branchenstruktur

Als Ursache für eine strukturelle Veränderung in der Werkzeugmaschinenindustrie ist die je nach rationalisierter Maschinenart differenzierte Auswirkung auf die Unternehmung anzusehen. In der durch den Universalmaschinenbau gekennzeichneten Ausgangssituation gründeten sich die Unterschiede zwischen den einzelnen Unternehmungen des Werkzeugmaschinenbaus im allgemeinen auf die unterschiedliche Betriebsgröße. Vom Produkt selbst gingen im großen

und ganzen keine differenzierenden Einflüsse auf die einzelnen Unternehmungen aus (wenn vom Schwermaschinenbau abgesehen wird).

Die je nach Maschinenart differenzierte Auswirkung der rationalisierten Maschinen auf den Aufbau der Unternehmung muß dazu führen, daß zwischen den einzelnen Unternehmen Unterschiede entstehen, je nachdem, welche rationalisierte Maschinenart gebaut wird. Betrachtet man extreme Unterschiede im Unternehmungsaufbau, so stehen sich gegenüber auf der einen Seite Hersteller einfacher - jedoch rationalisierter - Universalmaschinen und auf der anderen Hersteller hochrationalisierter Sondermaschinen. Im ersten Fall ist der Aufbau gekennzeichnet durch hohe Wirksamkeit von Planung und Organisation, durch verhältnismäßig kleine Beschäftigtenzahl in den vorgelagerten Abteilungen Konstruktion und Vertrieb und dementsprechend relativ geringerem Anteil des Faktors Arbeit; im zweiten Fall ist die Wirksamkeit von Planung und Organisation stark beeinträchtigt, es werden Beschäftigte mit besonders hoher Qualifikation erforderlich, der Anteil der Beschäftigten in den vorgelagerten Abteilungen ist wesentlich höher und damit der Anteil des Faktors Arbeit; geringer ist dagegen der Werkstoffanteil an den Gesamtkosten. Zwischen diesen Extremen liegen entsprechend den differenzierten Auswirkungen der Rationalisierung der Maschinen die übrigen Unternehmungen mit differenziertem Aufbau. Betrachtet man etwa den Anteil der in der Konstruktion Beschäftigten, so schwankt dieser ungefähr zwischen 3 und 20 % an der Gesamtzahl der Beschäftigten. Somit entsteht durch die Rationalisierung der Werkzeugmaschinen innerhalb des Werkzeugmaschinenbaus ein nach der Struktur der einzelnen Unternehmung weitgehend differenziertes Bild.

4. 72 Der innerbetriebliche Umwandlungsprozeß beim Übergang zum Bau rationalisierter Maschinen

Betrachtet man die Intensität des Umwandlungsprozesses in den betroffenen Unternehmungen, so ist sie offenbar von zwei Faktoren abhängig; davon, welche rationalisierten Maschinenarten heute gebaut werden, und davon, inwieweit die dem Universalmaschinenbau der Ausgangssituation zugrunde gelegten günstigen Bedingungen und der hierfür angenommene charakteri-

stische Aufbau tatsächlich gegeben waren. Entsprechend den differenzierten Auswirkungen rationalisierter Maschinenarten kann angenommen werden, daß bei gleicher Ausgangslage (Universalmaschinenbau) der Umwandlungsprozeß beim Übergang auf den Sondermaschinenbau am eingreifendsten und weniger stark beim Übergang auf sonstige rationalisierte Maschinenarten war; am wenigsten bemerkbar mußte sich der Umwandlungsprozeß bei den Universalmaschinenherstellern machen, die nur von den mit der allgemeinen Rationalisierung der Maschinen verbundenen Veränderungen betroffen wurden.

Betrachtet man den tatsächlich gegebenen Aufbau der Unternehmung in der Ausgangssituation, so ergeben sich Abweichungen von der der Betrachtung zugrunde gelegten Struktur daraus, daß die Werkzeugmaschinenunternehmungen im Vergleichszeitpunkt wesentlich kleinere Betriebsgrößen hatten als heute. Die Veränderung der Betriebsgrößen veranschaulicht Tab. 30.

Tab. 30:⁴⁴⁷⁾ Veränderung der Betriebsgrößen

	1951	1961	Steigerung (%)
Zahl der Betriebe	422	458	9
Zahl der Beschäftigten	$40,8 \cdot 10^3$	$100,8 \cdot 10^3$	150

Die wesentlich kleineren Betriebsgrößen hatten aber z. T. den gleichen Effekt auf die Struktur der Unternehmungen wie der Bau rationalisierter Maschinen: Bei eventuell gleicher Typenvielfalt waren die infolge kleinerer Kapazität auf die einzelne Maschinentype entfallenden Stückzahlen ebenfalls verhältnismäßig gering. Die kleinere Betriebsgröße bedingt auch fehlende Spezialisierungsmöglichkeiten von Stellen und Abteilungen. Somit ergibt sich, daß in Unternehmungen, deren Aufbau der Ausgangssituation durch Einwirkungen der obigen Art beeinflußt war, ein eigentlicher Umwandlungsprozeß beim Übergang auf den Bau rationalisierter Maschinen nur wenig in Erscheinung trat. Überspitzt formuliert, könnte davon gesprochen werden, daß sich bei Unternehmungen dieser Art der Einfluß des Baus rationalisierter Maschinen gerade darin zeigt, daß

447) Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA)(Hrsg.), Statistische Zahlen ..., a. a. O., S. 15, S. 10; 1951 = 1. Vierteljahr, 1961 = 4. Vierteljahr.

sich trotz wachsender Betriebsgröße keine stärkeren Veränderungen des Aufbaus bemerkbar machten.

Insgesamt erfolgte also der durch die Rationalisierung der Werkzeugmaschinen bedingte Umwandlungsprozeß in den einzelnen Unternehmungen mit unterschiedlicher Stärke. Er war am stärksten in den Unternehmungen, in denen in der Ausgangssituation Universalmaschinen in großen Serien (eventuell in Reihenfertigung⁴⁴⁸⁾) gefertigt wurden und in denen heute Sondermaschinen produziert werden.

Der strukturelle Umwandlungsprozeß bedingte entsprechend seiner jeweiligen Stärke mehr oder minder schwierige Anpassungsaufgaben. Die Eigenart der Produktionsfaktoren in der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers ließ dabei nur in geringem Maße eine "intensitätsmäßige"⁴⁴⁹⁾ Anpassung, d. h. eine Anpassung durch bessere Nutzung der vorhandenen Faktoren, zu. Vielmehr waren zunächst nur die Möglichkeiten einer "zeitlichen"⁴⁵⁰⁾ Anpassung gegeben. Die zeitliche Anpassung erfolgte in Form von Überstunden; entsprechend dem veränderten Arbeitsanfall waren hiervon besonders die Konstruktion und bestimmte Fertigungsstellen, wie etwa Feinbohrwerke, betroffen. Nachdem eine Übersicht über die zu erwartenden Veränderungen gewonnen war, folgte der Prozeß der "quantitativen"⁴⁵¹⁾ Anpassung durch eine Vermehrung der Zahl der Beschäftigten und eine Vergrößerung des Betriebsmittelbestandes. Die folgende Abb. 28 veranschaulicht die zeitliche und quantitative Anpassung in der Konstruktion beim Übergang zum Sondermaschinenbau in einer größeren Unternehmung mit über 500 Beschäftigten.

Die Beschaffung der hochqualifizierten Arbeitskräfte auf dem Arbeitsmarkt machte im Verlauf der wirtschaftlichen Entwicklung immer größere Schwierigkeiten. Diese Schwierigkeiten traten nicht immer eindeutig als Folge der Rationalisierung der Werkzeugmaschinen in Erscheinung, weil sie in gleicher Form auch durch das allgemeine Wachstum der Unternehmungen verursacht wurden. Zum Teil konnte die Umproportionierung des Faktors Arbeit dadurch

448) Kienzle, O., Bilder ..., a. a. O., S. 312.

449) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 243.

450) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 261.

451) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 268.

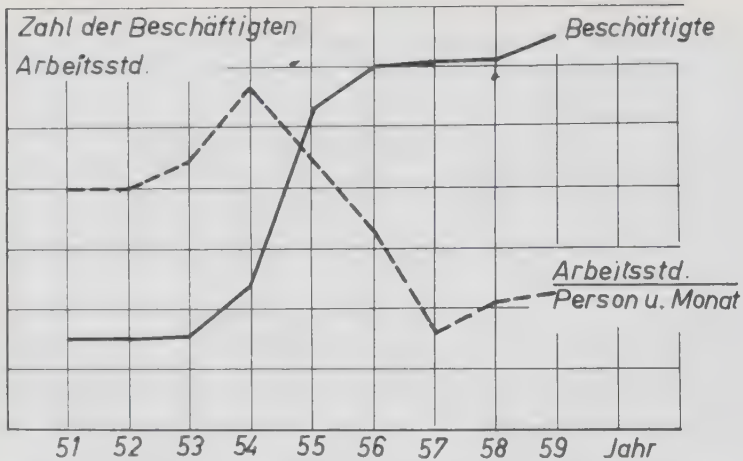


Abb. 28;⁴⁵²⁾ Zeitliche und quantitative Anpassung in der Konstruktion

innerhalb der Unternehmungen ausgeglichen werden, daß über das betriebliche Ausbildungswesen etwa begabte Facharbeiter zu Arbeitsvorbereitern und Technikern ausgebildet wurden; allerdings wurden diese Möglichkeiten dadurch begrenzt, daß auch in der Fertigung und Montage der Bedarf an besonders guten Facharbeitern gestiegen war.

Neben dieser der Unternehmensleitung gestellten Anpassungsaufgabe bedeuteten für jeden einzelnen Beschäftigten die neuartigen Aufgaben bestimmte Anpassungsanforderungen zunächst in sachlicher Hinsicht, indem er sich zur Erfüllung der neuartigen Aufgaben neue fachliche Fähigkeiten erwerben mußte, und in organisatorischer Hinsicht, indem er in die veränderten Bedingungen weniger abgegrenzter Aufgabenstellungen und größeren Verantwortungsbereiches hineinwachsen mußte.

Zusammenfassung des Abschnitts 4

Die vorangegangenen Ausführungen haben die Veränderungen des durch die Faktoren Planung, Organisation, menschliche Arbeitsleistungen, Betriebs-

⁴⁵²⁾ Untersuchung des Verfassers.

mittel und Werkstoff gekennzeichneten Aufbaus der Unternehmung beim Bau von rationalisierten Maschinen gezeigt. Es ergab sich eine verminderte Wirksamkeit in der Kombination der Faktoren durch Planung und Organisation.

Es zeigte sich, daß die Elementarfaktoren sowohl in ihrer Eigenart als auch in ihrer Zusammensetzung verändert werden; Das Gesamtqualifikationsniveau der Beschäftigten steigt, die Zusammensetzung der Beschäftigten hinsichtlich ihrer fachlichen Qualifikation ändert sich vor allem dadurch, daß die in Konstruktion und Vertrieb Beschäftigten gegenüber den in der mechanischen Fertigung Beschäftigten anwachsen; die erforderliche Betriebsmittelgüte steigt und der Platzbedarf vergrößert sich; die Ausnutzung des Faktors Werkstoff wird schlechter. Die Proportionierung der Faktoren ändert sich, indem die Anteile der Faktoren Arbeit (vor allem) und Betriebsmittel steigen und der Anteil des Faktors Werkstoff sinkt. Diese Veränderungen konnten z. T. quantitativ nachgewiesen werden.

Die Veränderungen ließen sich zurückführen auf die Haupteinflußfaktoren: veränderte Eigenart des Produktes, erhöhte Differenzierung der Produkte, veränderte Beziehungen zum Abnehmer; besondere Bedeutung kam der erhöhten nachfolgenden Differenzierung zu, auf die vor allem die veränderte Zusammensetzung der Beschäftigten zurückzuführen ist. Entsprechend der Tatsache, daß die Einflußfaktoren in der Stärke ihres Einflusses variieren nach Art der rationalisierten Maschinen, ergab sich, daß die Veränderungen zwar in ihrer grundsätzlichen Tendenz für alle rationalisierten Maschinen übereinstimmen, nicht jedoch in ihrem Ausmaß: Als besonders stark veränderter Aufbau wurde der der Sondermaschinenunternehmung herausgestellt. Abschließend wurden zwei besondere Erscheinungsformen der Strukturveränderung im Werkzeugmaschinenbau diskutiert: Die veränderte Zusammensetzung der Werkzeugmaschinenbranche in ihrer Gesamtheit und der Umwandlungsprozeß innerhalb der einzelnen Unternehmen beim Übergang vom Universalmaschinenbau zum Bau rationalisierter Maschinen.

5. Beurteilung der Veränderungen

=====

5.0 Vorbemerkung

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Veränderungen in den Aufgaben und im Aufbau der Unternehmung beim Bau rationalisierter Werkzeugmaschinen dargestellt. Damit sind die Voraussetzungen gegeben, den Einfluß des Baus rationalisierter Werkzeugmaschinen auf die Unternehmung kritisch zu beurteilen. Hierzu sollen zunächst die Veränderungen in ihrer ökonomischen Bedeutung näher geprüft werden. Die Beurteilung erscheint jedoch unvollständig, wenn nicht auch die Möglichkeiten berücksichtigt werden, die für eine Einwirkung auf negative Veränderungen gegeben sind. Soweit Möglichkeiten solcher Art bereits von den Unternehmungen verwirklicht werden, verändert sich das im vorangegangenen entworfene Bild des Einflusses des Baus rationalisierter Werkzeugmaschinen auf den Hersteller im günstigen Sinne; ihre Berücksichtigung ist daher im Hinblick auf eine wirklichkeitsnahe Betrachtungsweise geboten. Darüber hinaus dürften sie wesentlich die zukünftige Situation in der Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmung mitbestimmen.

Die vorangegangene Erfassung der Veränderungen bildet in diesem Zusammenhang eine wichtige Grundlage, da sie die Auswahl solcher Maßnahmen ermöglicht, die mit einem besonderen Erfolg verbunden sein müssen. Es ergibt sich somit folgende Reihenfolge des Vorgehens:

1. Die ökonomische Bedeutung der Veränderungen.
2. Einwirkungsmöglichkeiten auf negative Veränderungen.

5.1 Die ökonomische Bedeutung der Veränderungen für die Unternehmung

5.11 Urteilskriterien

Um zu einem Urteil über die ökonomische Bedeutung der Veränderungen in der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers zu gelangen, erscheint es zweckmäßig, die Veränderungen im Hinblick auf die Ziele, Prinzipien oder Leitmaximen zu untersuchen, die der Führung der Unternehmung zugrunde liegen. In der betriebswirtschaftlichen Literatur werden die Ziele der Unternehmensführung in unterschiedlicher Weise definiert.⁴⁵³⁾ Mit MEL-LEROWICZ⁴⁵⁴⁾ soll in der Marktwirtschaft die Gewinnerzielung auf lange Sicht als das dominierende Prinzip der Unternehmensführung angesehen werden und als das entscheidende Kriterium der weiteren Beurteilung dienen.⁴⁵⁵⁾

453) Z. B. nennt Gutenberg, E., Einführung ..., a. a. O., S. 39/40 als Hauptmaximen: 1. das erwerbswirtschaftliche Prinzip (Erzielung möglichst hohen Gewinns bezogen auf das investierte Kapital, auf die Dauer und unter Abwägung aller Risiken und Ausnutzung aller Marktchancen); 2. das Prinzip der Wirtschaftlichkeit (Verhältnis Faktorertrag zu Faktoreinsatz), 3. das Prinzip des finanziellen Gleichgewichtes. Schwantag, K., Der Wirtschaftsprozeß im Handelsbetrieb, I. Teil, in: ZfB, 21. Jg., 1951, S. 347/348 führt auf: 1. Wahrung der Zahlungsfähigkeit, 2. Gewinnerzielung, 3. Kapital-(Vermögens-)erhaltung, 4. Kostendeckung, 5. Optimale Marktversorgung, 6. Erringung einer bestimmten Marktposition, 7. Erhaltung des Betriebes, 8. Sonderziele. Zu den Ansichten weiterer Autoren vgl. Mellerowicz, K., Unternehmenspolitik, Bd. 1, Freiburg i. Breisg. 1963, S. 45-49.

454) Mellerowicz, K., Unternehmenspolitik, a. a. O., S. 49/50; vgl. auch mit einer inhaltlich ähnlichen Definition Sandig, C., Die Führung des Betriebes, Stuttgart 1953, S. 77.

455) Das so definierte Ziel der Unternehmensführung weicht entscheidend ab von dem Ziel kurzfristiger Gewinnmaximierung bei jeder einzelnen geschäftlichen Transaktion!

Dieses Ziel umschließt⁴⁵⁶⁾ das Prinzip der Wirtschaftlichkeit, da sich die Unternehmung, um Gewinn zu erzielen, im allgemeinen auch an dieses Prinzip halten muß.⁴⁵⁷⁾ Es umfaßt auch die Ziele der Substanzerhaltung und der Betriebserhaltung⁴⁵⁸⁾, da sie die Voraussetzung für eine langfristige Gewinnerzielung bilden und außerdem Gewinn- und Substanzerhaltung über die Ermittlung von Anlage- und Umlaufgütern zu Anfang und Ende einer Rechnungsperiode eng untereinander verknüpft sind.⁴⁵⁹⁾ Schließlich können auch die Ziele optimaler Marktversorgung und die Erringung einer besseren Marktposition als vorbereitende Maßnahmen zur Erzielung späteren Gewinns angesehen werden.⁴⁶⁰⁾

Unter dem Gewinn einer Unternehmung soll allgemein die Differenz zwischen Ertrag und Aufwand verstanden werden.⁴⁶¹⁾

456) Rieger, W., Einführung in die Privatwirtschaftslehre, Nürnberg 1928, S. 65; Gutenberg, E., Grundlagen ..., a.a.O., S. 356 spricht von der kategorialen Umklammerung des Prinzips der Wirtschaftlichkeit durch das erwerbswirtschaftliche Prinzip und bezeichnet das Prinzip der Wirtschaftlichkeit als ein Instrument des erwerbswirtschaftlichen Prinzips.

457) Eine entsprechende Ansicht vertreten auch Schäfer, E., Die Unternehmung, a.a.O., S. 325; Beste, Th., Fertigungswirtschaft und Beschaffungswesen, in: Handbuch der Wirtschaftswissenschaften, Hrsg. Hax, K., Wessels, Th., Köln und Opladen 1958, S. 154.

458) Die Begriffe Substanzerhaltung und Betriebserhaltung überdecken sich, je nachdem, wie weit der Begriff der Substanzerhaltung gefaßt wird. Versteht man unter Substanzerhaltung über die nominelle oder mengenmäßige Kapitalerhaltung hinaus die ertragsorientierte Kapitalerhaltung, d.h. einen gleichen Marktanteil und gleiche Ertragslage, so decken sich bei dieser weiten Fassung Substanzerhaltung und Betriebserhaltung, Mellerowicz, K., Unternehmenspolitik, a.a.O., S. 51.

459) Vgl. Schwantag, K., Der Wirtschaftsprozess, a.a.O., S. 350; Mellerowicz, K., Unternehmenspolitik, a.a.O., S. 51.

460) Schwantag, K., Der Wirtschaftsprozess, a.a.O., S. 350.

461) Der so definierte Gewinnbegriff ist problematisch: Er wird wesentlich beeinflusst davon, welchen Umfang man dem Aufwand- und Ertragsbegriff gibt, von der besonderen Art der Verteilung von Aufwand und Er-

Eine Beurteilung der Veränderungen auf der Basis empirisch ermittelter Gewinne der Werkzeugmaschinenunternehmung ist nicht möglich: Einmal sind keine ausreichenden Einblicksmöglichkeiten in die Gewinnlage relevanter Unternehmungen⁴⁶²⁾ gegeben, zum anderen verhindern betriebsindividuelle Faktoren, die neben den Besonderheiten des Produktes den Gewinn beeinflussen, wie etwa die Qualität des dispositiven Faktors Unternehmensleitung oder die besondere Vermögenslage der Unternehmung, die Herstellung einer eindeutigen Beziehung zwischen der Eigenart der Produkte und der Höhe des Gewinns. Der betriebsindividuelle Faktor "Unternehmensleitung" erhält noch hinsichtlich der Gewinnbestimmung eine besondere Bedeutung dadurch, daß bei rationalisierten Maschinen mit hoher nachfolgender Differenzierung eine Gewinnplanung auf objektiver theoretischer Grundlage nicht erfolgen kann: Da in diesem Fall weder die Kostenfunktion (Abhängigkeit Kosten-Produktmenge) noch die Absatzfunktion⁴⁶³⁾ (Abhängigkeit Preis-Absatzmenge) bekannt ist, entfällt die Möglichkeit, den Gewinn etwa aufgrund der allgemeinen Tatsache zu bestimmen, daß das Gewinnmaximum dann erzielt wird, wenn gilt

$$\text{Grenzumsatz} = \text{Grenzkosten}^{464)}$$

trag auf Wirtschaftsperioden, von der Bewertung der einzelnen Kostengüter und durch die Wahl von Bezugsgrößen des Gewinns (etwa das Eigenkapital), vgl. hierzu u.a. Lohmann, M., a.a.O., S. 193-214; Schäfer, E., Die Unternehmung, a.a.O., S. 296-368.

Da es im folgenden indessen mehr um eine qualitative Erörterung der den Gewinn beeinflussenden Faktoren geht, kann hier auf eine ins einzelne gehende Festlegung des Gewinnbegriffes verzichtet werden.

462) Nur ein geringer Teil der Werkzeugmaschinenunternehmungen ist aufgrund seiner Rechtsform genötigt, Geschäftsberichte zu veröffentlichen: Unter den 20 Unternehmungen des Sondermaschinenbaus (Zahl der von der VDMA-Statistik erfaßten Firmen für 1961) hat keine Unternehmung die Rechtsform einer Aktiengesellschaft.

463) Vgl. Schneider, E., Einführung ..., a.a.O., 2. Teil, S. 95.

464) Vgl. Schneider, E., Einführung ..., a.a.O., 2. Teil, S. 142.

Es können jedoch die von der Eigenart rationalisierter Werkzeugmaschinen bestimmten, die Kosten und den Ertrag beeinflussenden Faktoren⁴⁶⁵⁾ untersucht werden. Dabei sei zunächst auf die Abhängigkeit der Kostenfaktoren von der Eigenart rationalisierter Werkzeugmaschinen eingegangen.

5. 12 Die veränderten Faktoren der Kostengestaltung

Der Einfluß von folgenden beim Bau rationalisierter Maschinen veränderten Faktoren auf die Kosten soll untersucht werden: die Auftragsgröße, die Produktionsgeschwindigkeit, der Beschäftigungsgrad, der Faktorpreis, die nicht vollzogene Anpassung.⁴⁶⁶⁾

Die Betrachtung der konkreten Erscheinungen, die den Problemen der Auftragsgröße und ihres Einflusses auf die Kostengestaltung zugrunde liegen, wird erleichtert, wenn hierzu der Begriff des Vorbereitungsgrades⁴⁶⁷⁾ verwendet wird. Bevor der eigentliche Fertigungsablauf am Produkt beginnen kann, sind Vorbereitungen materieller und immaterieller Art von bestimmter Höhe erforderlich, die einen bestimmten Vorbereitungsgrad⁴⁶⁸⁾ ergeben. Im engeren Sinne handelt es sich zunächst um das Einrichten der Maschinen, im weiteren Sinne um die vorbereitenden Tätigkeiten von Einkauf, Arbeitsvorbereitung, Konstruktion und ggf. der Entwicklung. Während der Vorbereitungsgrad der Maschinen mit der Veränderung der statischen Einrichtung beim Produktwechsel verschwindet, ist der Vorbereitungsgrad der übrigen Abteilungen keinem Abbau unterworfen, soweit er in schriftlichen Unterlagen, z. B. Konstruktionszeichnungen, fixiert ist.⁴⁶⁹⁾ Charakteristisch für den Vorberei-

465) Vgl. hierzu Schäfer, E., Die Unternehmung, a. a. O., S. 217/271, der von Kosten und Ertragsfaktoren spricht.

466) Zur Herausstellung einzelner Kostenfaktoren vgl. Schäfer, E., Die Unternehmung, a. a. O., S. 217-256; Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a. a. O., S. 228 ff.

467) Ellinger, Th., Ablaufplanung, a. a. O., S. 72.

468) Vgl. Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 485.

469) Vgl. Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 487.

tungsgrad ist in allen diesen Fällen, daß sein Abbau praktisch unabhängig ist von der Zahl der Produkte, auf die er ausstrahlt.

Aus vorangegangenen Überlegungen geht nun aber ohne weiteres hervor, daß im Falle hoher Differenzierung der Produkte die Wirkung des mit der Herstellung rationalisierter Maschinen aufgebauten "speziellen Vorbereitungsgrades"⁴⁷⁰⁾, d. h. ausschließlich auf die Fertigung einer einzigen Produktart ausgerichteten Vorbereitungsgrades, sich zumeist auf eine kleine Anzahl von Produkten einer Art beschränken muß; der Vorbereitungsgrad bzw. die verschiedenen Vorbereitungsgrade sind in diesem Fall "überdimensioniert".⁴⁷¹⁾ Aus diesen sachlichen Voraussetzungen des Produktionsablaufes beim Bau rationalisierter Maschinen ergibt sich der Einfluß auf die Kosten, wenn berücksichtigt wird, daß der Aufbau eines Vorbereitungsgrades mit Kosten verbunden ist. Als fixe Kosten erscheinen hier die von der Auftragsgröße gleichartiger Produkte unabhängigen Kosten zum Aufbau des Vorbereitungsgrades.⁴⁷²⁾ Mit erhöhter nachfolgender Differenzierung der Produkte nimmt der Anteil der auf die einzelnen Maschinen entfallenden Kosten für Vertrieb, Konstruktion, Materialbereitstellung und Arbeitsvorbereitung zu. Mit erhöhter gleichzeitiger Differenzierung der Teile und damit verminderten Losgrößen nimmt der Anteil der Rüstkosten an den einzelnen Teilen zu.

Für den kostenmäßigen Effekt der Auflagendegression ist indessen nicht allein der Variationsgrad ausschlaggebend, sondern auch das Verhältnis, in dem die Kosten der vorbereitenden Tätigkeit zu denen der eigentlichen Bearbeitung stehen. Ergibt sich aufgrund des erhöhten Variationsgrades bei rationalisierten Maschinen zunächst im Vergleich mit den Universalmaschinen der Ausgangssituation ein ungünstigeres Verhältnis hinsichtlich der Auflagendegression, so zeigt die Berücksichtigung dieser Bedingung, daß auch im Vergleich zum Schwermaschinenbau, der hinsichtlich der Verschiedenheit seiner Produkte durchaus etwa mit dem Sondermaschinenbau zu vergleichen ist, ungünstigere Verhältnisse bestehen. Im Schwerwerkzeugmaschinenbau ist der Umfang der

470) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 485.

471) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 488.

472) Zur Berücksichtigung nicht nur der Einrichtekosten, sondern aller relevanten Kostenarten bei der Bestimmung der auflagefixen Kosten vgl. Schulz-Mehrin, a. a. O., S. 813.

Konstruktionsarbeit bezogen auf die eigentliche Bearbeitung wesentlich geringer, da die Größe der Werkstücke zu längeren Bearbeitungszeiten führt, die Zeichnungs- und Konstruktionsarbeit aber die gleiche ist wie bei kleinen Teilen, da Größenunterschiede im veränderten Maßstab berücksichtigt werden.⁴⁷³⁾ Ebenso ist für die Arbeitsvorbereitung die absolute Höhe der Bearbeitungszeit ohne Einfluß auf die zur Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung benötigte Zeit. Es kann weiter angenommen werden, daß Großteile auch ein kleineres t_r/t_s -Verhältnis haben, da eine Reihe von Rüstarbeiten bei modernen Werkzeugmaschinen unabhängig ist von der Größe des Werkstückes bzw. der Maschine.

Mit zu den auflagefixen Kosten sollen die Kosten gerechnet werden, die sich beim Mißlingen einer Leistung infolge mangelnder Erfahrung und Übung ergeben.⁴⁷⁴⁾ Infolge der nachfolgenden Differenzierung rationalisierter Maschinen erhöhen sich diese Kosten in der Konstruktion (ungenauere Ausgangsdaten bei Neukonstruktion) und in der Fertigung (Ausschuß). Die Ausdehnung des Entwicklungsbereiches trägt weiter zu ihrer Erhöhung bei, da hier die Gefahr des Mißlingens besonders groß ist. Insgesamt ergibt sich also eine verminderte Auflagedegression beim Bau rationalisierter Maschinen in dem Maße, wie gleichzeitige und nachfolgende Differenzierung der Maschinen gewachsen sind.

Die Produktionsgeschwindigkeit (Produktionsvolumen/Zeiteinheit) entscheidet über den Anteil der zeitabhängigen Kosten, der auf das einzelne Produkt entfällt.⁴⁷⁵⁾ Wie die vorangegangenen Überlegungen gezeigt haben, verlängert sich beim Bau rationalisierter Maschinen die Durchlaufzeit; damit vermindert sich auch die Produktionsgeschwindigkeit. Das bedeutet, daß der Anteil der Zinskosten für das in den Werkstoffen, Halb- und Fertigfabrikaten im Produktionsprozeß gebundene Kapital wächst. Ebenso steigt der Anteil der auf die Produkte entfallenden Gebäudeabschreibungen, Maschinenabschreibungen und Gehälter.

473) Vgl. hierzu die Untersuchung der Kostenstruktur im Schwermaschinenbau, Abb. 23.

474) Vgl. Mellerowicz, K., Kosten ...I, a.a.O., S. 405.

475) Vgl. Schäfer, E., Die Unternehmung, a.a.O., S. 219/290.

Wie die Untersuchung der Ablaufplanung des Fertigungsbereiches (4.13) gezeigt hat, ist mit wachsender Differenzierung der Produkte eine quantitative und qualitative Auslastung der Maschinen immer schwerer zu erreichen; damit ergeben sich bei der Fertigung rationalisierter Maschinen mit hoher gleichzeitiger Differenzierung Leerkosten aus zeitlich bzw. quantitativ und qualitativ nicht genutzter Kapazität.⁴⁷⁶⁾ Dehnt man die Betrachtung auf die Gesamtunternehmung aus⁴⁷⁷⁾, so lassen die vorangegangenen Überlegungen zur Planung und Beschäftigungsstruktur erkennen, daß die Proportionierung des Arbeitsanfalles in den einzelnen Bereichen weitgehend von der nachfolgenden Differenzierung der Produkte bestimmt wird. Dadurch daß sich die nachfolgende Differenzierung der Produkte kurzfristig ändert, ist die Proportionierung der verschiedenen Aufgaben Schwankungen unterworfen, so daß die Proportionierung der Bereichskapazitäten und die Proportionierung der verschiedenen Aufgabenmengen auseinanderfallen, was zum Entstehen von abundanten Produktionsfaktoren und von Engpaßfaktoren⁴⁷⁸⁾ führen muß. Da sich die Planung vor allem auf eine volle Beschäftigung der Arbeitskräfte in der Fertigung konzentriert, treten abundante Faktoren zumeist in den übrigen Abteilungen auf. Die Anpassung erfolgt, da es sich um kurzfristige Schwankungen handelt, durch eine verringerte Arbeitsintensität, worauf im speziellen Fall bei der Behandlung der Ablaufplanung in der Konstruktion hingewiesen wurde.⁴⁷⁹⁾ Damit ist aber bei schwankender hoher nachfolgender Differenzierung der Maschinen mit erhöhten Leerkosten infolge mangelhafter intensitätsmäßiger Anpassung zu rechnen. Engpaßkapazitäten zwingen zu Überstunden und Fremdvergabe verschiedener Arbeiten, was ebenfalls zur Kostensteigerung führen muß. Schließlich bedeuten die mangelnden Spezialisierungsmöglichkeiten der einzelnen Arbeitskräfte in den verschiedenen Abteilungen Leerkosten infolge ungenügender qualitativer Nutzung.

476) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 261 ff./S. 299.

477) Zur Betrachtung von Bereichskapazitäten in diesem Zusammenhang vgl. Abromeit, G., a.a.O., S. 72.

478) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 311.

479) Zur Verminderung des Leistungsgrades bei Beschäftigungsrückgang vgl. auch Kilger, W., Der Faktor Arbeit im System der Produktionsfaktoren, in: ZfB, 31. Jg., 1961, Nr. 10, S. 608.

Da für die Beurteilung der Unternehmung des Werkzeugmaschinenherstellers auch die Gewinnaussichten der Zukunft interessieren, ist bei der Betrachtung des Beschäftigungsgrades zu untersuchen, wie sich die Kosten bei einem Beschäftigungsrückgang infolge von Absatzkrisen verhalten. Die Erfolgssituation ist dann entscheidend davon bestimmt, wieweit die Kosten mit der Beschäftigung abnehmen. Zunächst scheint hier die relative Abnahme des Faktors Betriebsmittel bei der Herstellung rationalisierter Maschinen positiv zu wirken, da die Betriebsmittelkosten wesentlich an den beschäftigungsunabhängigen Kosten beteiligt sind. Die Kosten des Faktors Arbeit erscheinen zunächst in dem Maße beschäftigungsunabhängig, wie bestimmte Bindungen eine Entlassung von Beschäftigten verbieten, d.h. vom rein rechtlichen Standpunkt für einen relativ kurzen Zeitraum. Indessen dürften rechtliche Gesichtspunkte nicht allein ausschlaggebend dafür sein, wieweit die Arbeitskosten als beschäftigungsunabhängig anzusehen sind. Im allgemeinen ist anzunehmen, daß soziale und politische Gründe und das Bestreben, einen eingearbeiteten Beschäftigtenstamm möglichst zu halten⁴⁸⁰⁾, um so den Abbau des durch die Stammebelegschaft repräsentierten allgemeinen Vorbereitungsgrades zu verhindern, dahin wirken, daß auch bei Beschäftigungsmangel möglichst wenige Beschäftigte entlassen werden.⁴⁸¹⁾ Damit ist nicht eindeutig auszumachen, ob durch eine relative Abnahme des Faktors Betriebsmittel allein schon eine bessere Anpassungsfähigkeit an Beschäftigungsänderungen und damit eine günstigere Stellung der Hersteller rationalisierter Maschinen erreicht ist.

Im vorangegangenen Abschnitt wurde gezeigt, daß die Qualität der einzelnen Produktionsfaktoren beim Bau von rationalisierten Maschinen steigt. Dementsprechend steigt der Preis dieser Faktoren: Der Anschaffungspreis der Maschinen wird größer, für klimatisierte Hallen sind große Aufwendungen erforderlich, eine Steigerung der Löhne und Gehälter ergibt sich einmal aus der erhöhten Qualifikation der Beschäftigten, zum andern aus dem gestiegenen An-

480) Schwantag, K., Die Überwindung von Absatzkrisen in der Unternehmung, Mainzer Universitäts-Reden, Mainz 1958, S. 11.

481) Vgl. Kilger, W., a.a.O., S. 608; Strube, E., Kostenremanenz und Beschäftigungsschwankungen, in: ZfhF, 30 (1936), S. 505; Brasch, H.D., Die Elastizität der industriellen Selbstkosten in Krisenzeiten, in: Technik und Wirtschaft, 1932, S. 273 ff. (zit. bei Kilger, W., a.a.O., S. 607).

teil hochqualifizierter Beschäftigter. Berücksichtigt man die Tendenz einer ständigen Verknappung und damit verbundenen Preiserhöhung des Faktors Arbeit im Verlauf der bisherigen wirtschaftlichen Entwicklung, so erscheint die Erhöhung des Anteils des Faktors Arbeit als ungünstig. Schließlich tritt eine Erhöhung der Kosten dann ein, wenn aus Gründen schwacher Finanzkraft und angespannter Arbeitsmarktlage die Anpassung an die durch den Bau rationalisierter Maschinen gegebenen Erfordernisse nicht vollzogen werden kann, z. B. wenn mit erhöhtem Arbeitsaufwand die unzureichende Genauigkeit der Bearbeitungsmaschinen und ungünstige Betriebsbedingungen kompensiert werden müssen oder wenn etwa in Konstruktion und Fertigung ungeeignete Arbeitskräfte für bestimmte Aufgaben eingesetzt werden müssen.

Faßt man zusammen, so ergeben sich beim Bau rationalisierter Maschinen erhöhte Kosten durch verminderte Auflagedegression, durch verminderte Produktionsgeschwindigkeit, durch verminderte Beschäftigungsdegression, durch Erhöhung der Faktorpreise und infolge mangelhafter Anpassung.

5.13 Die Veränderung der Ertragsfaktoren

Nach der Betrachtung der Kostenseite ist nun die Ertragsseite hinsichtlich ihrer Anhängigkeit vom Bau rationalisierter Maschinen zu untersuchen.

Der Ertrag wird über den Preis wesentlich beeinflusst durch die Bedarfs- und Wettbewerbsverhältnisse.⁴⁸²⁾ Eine Übersicht über das Verhältnis von Angebot und Nachfrage bei verschiedenen Maschinengattungen für die Jahre 1952 bis 1961 gibt die folgende Abb. 29.

Für die Gesamtproduktion spanabhebender Werkzeugmaschinen, für Drehmaschinen (als Beispiel für Universalmaschinen) und Sondermaschinen (als Beispiel für extreme Vertreter hochrationalisierter Werkzeugmaschinen) wurden hierzu die Verhältniszahlen von Auftragseingang zu Produktion ermittelt.

⁴⁸²⁾ Vgl. Schäfer, E., Die Unternehmung, a. a. O., S. 272.

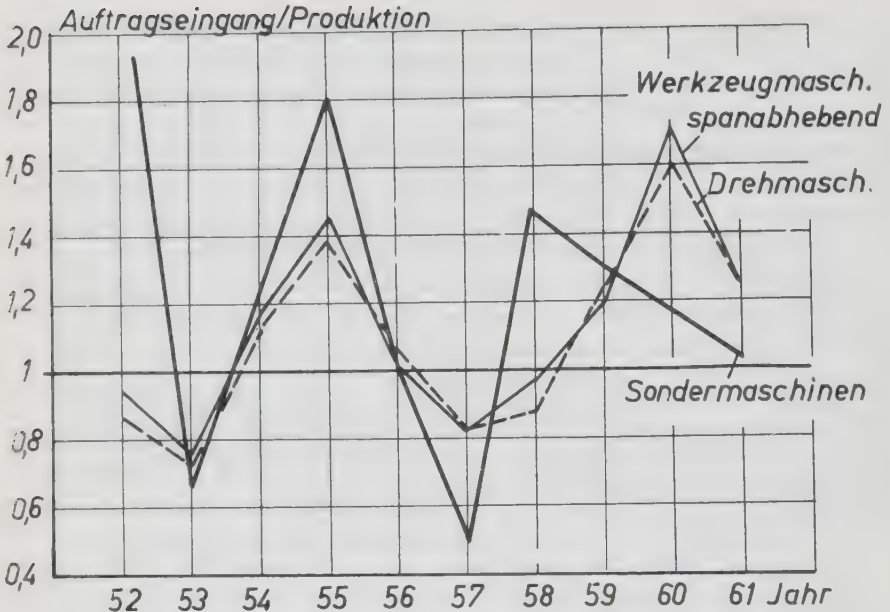


Abb. 29:⁴⁸³⁾ Auftragseingang/Produktion für verschiedene Maschinengattungen 1952 - 1961

Allgemein lassen sich für alle Kurven in den Jahren 1953 und 1957 zwei Stagnationsperioden der konjunkturellen Entwicklung erkennen, in denen der Auftragseingang unter der Produktion lag. Ein Vergleich der Kurve für Sondermaschinen mit der für Drehmaschinen und der der Gesamtproduktion zeigt bis 1958 für die positiven wie negativen Extremwerte stärkere Ausschläge der Sondermaschinen. Ab 1958 ist eine deutliche Abnahme des Verhältnisses Auftragseingang/Produktion bei Sondermaschinen im Vergleich zu Drehmaschinen und zur Gesamtproduktion zu erkennen.⁴⁸⁴⁾ Sieht man von den stärkeren Ausschlägen für Sondermaschinen in den Jahren 1955 und 1958 ab, die z.T. kompensiert werden durch die stärkeren Ausschläge nach

⁴⁸³⁾ Ermittlung des Verf. nach: Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA)(Hrsg.), Statistische Zahlen ..., a.a.O.; Wert 1952 = Bundesgebiet, Werte 1953 - 1961 = Bundesgebiet und Westberlin

⁴⁸⁴⁾ Hierauf ist an spezieller Stelle noch einzugehen.

unten im Jahre 1957, so läßt sich bei grober Betrachtung für diese Maschinengattung keine stärkere Nachfrage im Vergleich zum Angebot feststellen als bei den übrigen Maschinen; ab 1958 ergibt sich ein eindeutig ungünstigeres Verhältnis. Damit lassen sich auch für Sondermaschinen aufgrund der Relation Nachfrage/Angebot keine günstigeren Bedingungen der Preisbildung folgern als für die übrigen Werkzeugmaschinen. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß in Zeiten der Hochkonjunktur für den Abnehmer der Liefertermin eventuell den Vorrang vor dem Preis hat; dies führt dazu, daß sich bei Sondermaschinen, deren Differenzierung eine Vergleichbarkeit einzelner Maschinen erschwert, leichter von Fall zu Fall ohne eine Gefährdung zukünftiger Geschäftsbeziehungen erhöhte Preise verwirklichen lassen als bei Universalmaschinen, deren Preise nach Katalog festgelegt sind.

Die Wettbewerbssituation wird weiter bestimmt von der Marktform. Die Untersuchungen zur veränderten Marktsituation⁴⁸⁵⁾ ergaben für die Angebotsseite bei Universalmaschinen Konkurrenz und Teilologopol, bei Sondermaschinen Teilologopol, was allgemein darauf schließen lassen könnte, daß in beiden Fällen eine autonome Preissetzung der Anbieter nicht möglich ist. Indessen bietet die Zahl und der Marktanteil der Unternehmen auf der Angebotsseite keine hinreichende Grundlage für die Beurteilung der Preisbildung.⁴⁸⁶⁾ Berücksichtigt man die Mannigfaltigkeit der mit Sondermaschinen bewältigten Bearbeitungsaufgaben einerseits und die Fülle ihrer konstruktiven Gestaltungsmöglichkeiten andererseits, so erscheint beim einzelnen Sondermaschinenhersteller der Aufbau eines Vorbereitungsgrades in Konstruktion und Fertigung für ganz bestimmte Aufgabenbereiche leichter realisierbar als beim Universalmaschinenhersteller. Ein derartiger Vorbereitungsgrad aber kann für diese Aufgabenbereiche gegenüber den Mitbewerbern eine Überlegenheit sichern, die gleichbedeutend ist mit dem Besitz eines partiellen Qualitätsmonopols und der Möglichkeit der Preissetzung.^{486a)}

Betrachtet man die Nachfrageseite, so ergeben sich ungünstige Einflüsse auf

485) Vgl. 2. 3.

486) Vgl. Schäfer, E., Absatzwirtschaft, in: Handbuch der Wirtschaftswissenschaften, a.a.O., S. 375.

486a) Zur Bedeutung des Vorbereitungsgrades für die Qualitätspolitik vgl. Pfeiffer, W., a.a.O., S. 42.

die Preisbildung bei Sondermaschinen daraus, daß hier Großunternehmen vorherrschen.^{486b)} Mehr als kleine Unternehmen sind sie in der Lage, sich auch für so heterogene Produkte wie Sondermaschinen Markttransparenz zu verschaffen, was den Erfolg der Sondermaschinenhersteller bei der Individualisierung ihrer Absatzmärkte einschränken muß. Geht die enge Beziehung zwischen Abnehmer und Hersteller in eine einseitige Abhängigkeit des Herstellers vom Abnehmer über, so ist hiermit allerdings die Möglichkeit eines Preisdruckes durch den Abnehmer gegeben.

Entsprechend den eingangs gemachten Ausführungen hängt das Urteil über die mit dem Bau rationalisierter Maschinen verbundenen Änderungen aber auch davon ab, wie sie sich auf den Gewinn auf lange Sicht auswirken. Dabei ist allerdings der mit "lange Sicht" in die Zukunft reichende Zeitraum nicht eindeutig abzugrenzen. Er ist weitgehend abhängig vom "wirtschaftlichen Horizont"⁴⁸⁷⁾ der einzelnen Unternehmung, bis zu dem sinnvoll langfristig geplant werden kann. Die folgenden Ausführungen sollen sich auf die Herausarbeitung von Faktoren konzentrieren, die bei einem Absatzrückgang - der als eine wesentliche Ursache der Gewinnschmälerung angesehen wird - für die Ertragslage der Unternehmung entscheidend werden. Allgemein können zunächst positive Faktoren beim Bau rationalisierter Maschinen festgestellt werden: Hochrationalisierte Werkzeugmaschinen erlauben in besonderer Weise dem Abnehmer die technische Leistungsfähigkeit der Unternehmung zu demonstrieren. Die Bereitschaft, Sonderwünsche des Abnehmers zu berücksichtigen, trägt weiter zur Verbesserung des Rufes bei; die durch die Eigenart der rationalisierten Werkzeugmaschinen (besonders der Sondermaschinen) bedingte enge Zusammenarbeit zwischen Abnehmer und Hersteller führt zu einer Festigung der gegenseitigen Beziehungen. Insgesamt ergibt sich so eine Erhöhung des "akquisitorischen Potentials"⁴⁸⁸⁾ bei den Herstellern hochrationalisierter Maschinen, das sich bei einem Nachlassen der Konjunktur im Werkzeugmaschinenbau für diese Unternehmungen nur günstig auswirken kann.⁴⁸⁹⁾

Für die nähere Betrachtung eines möglichen Absatzrückganges sind zwei Faktoren zu berücksichtigen:

486b) Vgl. 2, 312.

487) Gutenberg, E., Unternehmensführung, Wiesbaden 1962, S. 62.

488) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 2, a. a. O., S. 199/200.

489) Vgl. u. a. Sandig, C., Die Führung des Betriebes, Stuttgart 1953, S. 78; Schäfer, E., Die Unternehmung, a. a. O., S. 273.

- 1) die Stärke des möglichen Absatzrückganges, die ihrerseits abhängig ist
 - a) von Änderungen der Nachfrage,
 - b) von der Entwicklung der Konkurrenz;
- 2) die Fähigkeit des Unternehmens, sich Nachfrageänderungen anzupassen.

Es seien zunächst mögliche Nachfrageänderungen betrachtet. Wie die Erfahrung zeigt, wirken sich Konjunkturrückgänge im Werkzeugmaschinenbau besonders stark aus: Die Abweichungen vom Gleichgewichtszustand zwischen Produktion und Auftragseingang sind "bei Werkzeugmaschinen meist nicht nur dauerhafter, sondern auch krasser als im übrigen Maschinenbau".⁴⁹⁰⁾ Die Abb. 29 zeigt, daß hierbei für Sondermaschinen noch ungünstigere Verhältnisse bestehen als für die übrigen Werkzeugmaschinen. Infolge der Multifunktigkeit der Werkzeugmaschinen ist indessen eine allgemeine Aussage über die künftige Nachfrageentwicklung der Werkzeugmaschinen kaum möglich. Greift man die besonders wichtige Gattung der Sondermaschinen heraus, so ergeben sich folgende Aspekte: Der bisherige Bedarf an Sondermaschinen wurde vor allem hervorgerufen durch Investitionen der Automobilhersteller, mit denen bisherige Fertigungsmittel durch rationellere ersetzt wurden und - was im Verlauf der wirtschaftlichen Entwicklung möglich geworden war - Kapazitäten erweitert wurden. Es ist zu vermuten, daß die Erweiterungsinvestitionen in Zukunft in verringertem Maße erfolgen werden. Bedenkt man, daß am Anfang der 50er Jahre gebaute Transferstraßen noch nach 10 Jahren in Betrieb waren, so ist nicht anzunehmen, daß Reininvestitionen die Abnahme der Erweiterungsinvestitionen kompensieren werden; hierauf deutet auch der Verlauf der Auftragseingang/Produktions-Kurve (vgl. Abb. 29) hin.

Für die Beurteilung des Problems, wie weit der Absatz durch konkurrierende Unternehmen geschmälert werden kann, ist besonders der Aspekt wichtig, inwieweit neue Konkurrenten am Markt auftreten können. Neben dem besonderen akquisitorischen Potential erweist sich für den Hersteller hochrationalisierter Werkzeugmaschinen sein hoher "allgemeiner", vor allem "immaterieller Vorbereitungsgrad"⁴⁹¹⁾ als sehr vorteilhaft. Aus den vorangegangenen Überlegungen ergibt sich, worin dieser Vorbereitungsgrad im einzelnen

490) Leitner, H., a.a.O., S. 203.

491) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 485.

besteht: Mit der gestiegenen Kompliziertheit und Differenzierung rationalisierter Maschinen wird ein vertieftes, auf langjährige Erfahrung gegründetes technisches Wissen erforderlich, um diese Maschinen zu gestalten und zu fertigen. Allerdings wird dieser Vorbereitungsgrad von einer beschränkten Zahl von hochqualifizierten Ingenieuren getragen, was keinen Vorsprung vor potentiellen Konkurrenten gewährleistet, da sie von den neuen Unternehmungen angeworben werden können. Die erhöhte Genauigkeit und Kompliziertheit der Maschinen führt aber auch dazu, daß sie nur von einem in langjähriger Arbeit trainierten Facharbeiterstamm gebaut werden können. Die erhöhte Differenzierung der Maschinen schließlich bedingt, daß alle Beschäftigten, unabhängig vom sachlichen Inhalt ihrer Aufgaben und ihrer Stellung in der betrieblichen Hierarchie, über lange Zeit hinweg die Fähigkeit erwerben mußten, sich rasch auf wechselnde Aufgaben einzustellen, zu improvisieren, über ihren Aufgabenbereich hinaus den Zusammenhang der jeweiligen Aufgaben zu sehen und unabhängig von vorgegebenen Regelungen in Zusammenarbeit mit anderen Stellen von Fall zu Fall bestimmte Aufgaben zu lösen. Hierbei handelt es sich um einen Vorbereitungsgrad, der an die Beschäftigten in ihrer Gesamtheit gebunden ist; an die Gemeinschaft, die an bestimmten Aufgaben gewachsen ist; und deren Glieder sich in langjähriger Arbeit aufeinander eingespielt haben. Dieser Vorbereitungsgrad ist umso höher, je schwieriger die zu bewältigenden Aufgaben waren. Infolge der langen Zeit und den besonderen Bedingungen, die zu seinem Aufbau nötig waren, dürfte er die beste Sicherheit für einen Vorsprung der Unternehmung gegenüber neu auftretenden Konkurrenten bieten.⁴⁹²⁾

Nimmt man einen Absatzrückgang als gegeben an, so hängt die Beurteilung der Unternehmung hinsichtlich ihrer Gewinnaussichten wesentlich von den ihr gegebenen Möglichkeiten ab, dem Absatzrückgang ohne eine Beeinträchtigung der Beschäftigung zu begegnen.⁴⁹³⁾ Betrachtet man das Instrumentarium, das der Unternehmung zur Verfügung steht, um Absatzrückgängen zu begegnen, so ergeben sich nach GUTENBERG⁴⁹⁴⁾ Absatzmethode, Preis-

492) Zur Bedeutung des Vorbereitungsgrades und seiner verschiedenen Träger für die Wettbewerbssituation des Sondermaschinenherstellers vgl. Pfeiffer, W., a. a. O., S. 42 ff.

493) Vgl. Schwantag, K., Absatzkrisen, a. a. O.

494) Gutenberg, E., Einführung ..., a. a. O., S. 81.

politik, Produktgestaltung und Werbung. Während eine Veränderung der Absatzmethode in der Krise problematisch ist, scheiden die Instrumente der Werbung und der Preissenkung für eine Belebung des Absatzes bei allen Werkzeugmaschinenherstellern weitgehend aus.⁴⁹⁵⁾ Eine günstige Situation ergibt sich jedoch für die Hersteller hochrationalisierter Werkzeugmaschinen hinsichtlich der Produktgestaltung, wobei unter Produktgestaltung⁴⁹⁶⁾ sowohl die Veränderung der bisher hergestellten Produkte als auch die Erweiterung des Verkaufsprogramms verstanden werden soll. Die fehlenden Möglichkeiten der Spezialisierung, die bei der kostenmäßigen Betrachtung als Nachteil erschienen, erweisen sich hier als Vorteil, da mit ihnen eine größere Elastizität⁴⁹⁷⁾ verbunden ist. Die Elastizität erstreckt sich nicht nur auf die Fertigungsmittel, wo sie bei den Universalmaschinen besonders groß ist, sondern auch auf den Faktor Arbeit, da die Beschäftigten aller Bereiche für inhaltlich verschiedene Arbeiten in weitem Rahmen geeignet sind; ähnliches gilt für Planung und Organisation. Die erhöhte Qualität der Produktionsfaktoren, etwa die Fähigkeit, besonders genaue Maschinen herzustellen, bedeutet, daß der Kreis möglicher Produkte erweitert wird. Damit liegt ein allgemeiner Vorbereitungsgrad der Unternehmung vor, der auch auf neuartige Produkte ausstrahlen kann. Schließlich ist zu berücksichtigen, daß mit dem Bau von Werkzeugmaschinen in hoher nachfolgender Differenzierung und der damit verbundenen Gewöhnung an ständig wechselnde Aufgaben ein besonderer Vorbereitungsgrad entstanden ist, der den Übergang zu neuartigen Produkten zweifellos erleichtern muß. Hinsichtlich ihrer Anpassungsfähigkeit an die Produktion neuartiger Produkte ist die Situation der Hersteller hochrationalisierter Maschinen damit als wesentlich günstiger zu beurteilen als die der Hersteller von einfachen Universalmaschinen.

Ohne daß auf den Absatzrückgang eingewirkt wird, kann die Beschäftigung aufrecht erhalten werden, wenn die Produkte auf Lager gefertigt werden. Abgesehen von der allgemeinen Problematik, die die Lagerfertigung während einer Absatzkrise in sich birgt⁴⁹⁸⁾ und die für alle Werkzeugmaschinenhersteller gilt, ist der Hersteller von Produkten in höher nachfolgender Differenzierung gegen-

495) Schwantag, K., Absatzkrisen, a.a.O., S. 13, S. 17.

496) Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 2, a.a.O., S. 314.

497) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen ..., Bd. 1, a.a.O., S. 331/332;
vgl. Abromeit, G., a.a.O., S. 92 ff.

498) Vgl. Schwantag, K., Absatzkrisen, a.a.O., S. 10.

über den übrigen benachteiligt, da bestenfalls nur vereinheitlichte Teile und Baugruppen auf Vorrat gefertigt werden können, nicht aber die Teile für die gesamte Maschine.

Zusammenfassend können folgende Ergebnisse herausgestellt werden. Aus dem Verhältnis von Angebot und Nachfrage ergeben sich im allgemeinen keine günstigeren Beziehungen für den Hersteller hochrationalisierter Werkzeugmaschinen gegenüber den Herstellern anderer Werkzeugmaschinen. Jedoch wirken sich Neuartigkeit und Eigenart von Sondermaschinen - und ähnlichen Maschinen - im Einzelfall günstig auf die Preisbildung aus. Bei möglichen Absatzrückgängen haben die Hersteller hochrationalisierter Werkzeugmaschinen eine günstigere Position infolge eines erhöhten akquisitorischen Potentials und eines größeren, einen Vorsprung sichernden allgemeinen Vorbereitungsgrades. Schließlich kann für die Hersteller hochrationalisierter Werkzeugmaschinen eine höhere Anpassungsfähigkeit an veränderte Produkte angenommen werden.

3.2 Einwirkungsmöglichkeiten auf negative Veränderungen

5.21 Einwirkungsmöglichkeiten auf die Veränderungen von ihrer Ursache her

5.210 Vorbemerkung

Wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde, lassen sich die Veränderungen im Unternehmen des Herstellers rationalisierter Maschinen zurückführen auf die Faktoren: veränderter Aufbau des Produktes, erhöhte Differenzierung der Produkte, veränderte Marktsituation. Es ist zu untersuchen, welche Möglichkeiten bestehen, durch Einwirken auf diese Faktoren nachteiligen Veränderungen im Unternehmen des Werkzeugmaschinenherstellers zu begegnen.

Hierbei bildet die quantitative Erfassung der Veränderungen in den vorangegangenen Abschnitten eine wichtige Ausgangsbasis, um den Erfolg von Rationalisierungsmaßnahmen zu beurteilen. Da der Sondermaschinenbau am stärksten von den Veränderungen betroffen ist, berücksichtigen die folgenden Ausführungen vor allem Gegebenheiten des Sondermaschinenbaus. Es erscheinen folgende Maßnahmen möglich:

- 1) Übergang vom Sondermaschinenbau zum Bau verketteter Universalmaschinen.
- 2) Erweiterung des Sondermaschinenabsatzes auf neue Abnehmerbereiche.
- 3) Programmspezialisierung.
- 4) Innerbetriebliche Vereinheitlichung.

5.211 Übergang vom Sondermaschinenbau zum Bau verketteter Universalmaschinen

Lose zu Fertigungslinien verkettete Universalmaschinen⁴⁹⁹⁾ haben gegenüber Sondermaschinen eine höhere fertigungstechnische Elastizität. Entsprechend dem weiten technologischen Anwendungsbereich von Universalmaschinen können die einzelnen Glieder der Fertigungslinie auf andersartige Bearbeitungsaufgaben in weiten Grenzen umgestellt werden. Ebenso ist eine Veränderung der Reihenfolge der Maschinen innerhalb einer Linie, ein Hinzufügen weiterer Maschinen, aber auch eine Auflösung der Linie und eine einzelne Weiterverwendung der Universalmaschinen möglich. Verkettete Universalmaschinen erlauben auch den schrittweisen Aufbau einer automatisierten Fertigung, da beim Aufbau einer Fertigungslinie schon vorhandene Universalmaschinen mit verwendet werden können.⁵⁰⁰⁾

Lose verkettete Universalmaschinen können innerhalb der regulären Universalmaschinenproduktion in hohen Stückzahlen gebaut werden; in kleinen Los-

499) Vgl. die Ausführungen zu Automatisierung der Werkstückhandhabung unter 1.3511.

500) Vgl. Kettner, S., Der Stand der verkettungsfähigen Universalwerkzeugmaschinen, in: Werkstatttechnik und Maschinenbau, 48. Jg., 1958, H. 2, S. 89.

größen fällt jedesmal neu nur noch der Anteil der Einrichtung zur Werkstückhandhabung an. Da verkettete Universalmaschinen auch für Klein- und Mittelbetriebe geeignet sind, bedingen sie keine bestimmten Abnehmerbranchen, so daß eine Abhängigkeit von bestimmten Industriezweigen entfällt.

Zweifellos sind Sondermaschinen nicht in jedem Fall durch verkettbare Universalmaschinen zu ersetzen; immerhin könnte ihre Produktion zugunsten verkettbarer Maschinen eingeschränkt werden: "Die sinnvolle Weiterentwicklung der Universalmaschine, u. a. in Richtung auf eine verkettbare Maschine unter Einengung des Anwendungsbereiches, kann in vielen Fällen die Entwicklung von kostspieligen Sondermaschinen unnötig machen."⁵⁰¹⁾ Damit wäre zumindest für einige Unternehmen die Möglichkeit gegeben, vom Sondermaschinenbau zum Universalmaschinenbau überzugehen.

5.212 Erweiterung des Sondermaschinenabsatzes auf neue Abnehmerbereiche

Ein aus den grundsätzlichen Funktionen der Werkzeugmaschine entwickeltes Baukastensystem - wie es z. T. bei Sondermaschinen verwirklicht ist⁵⁰²⁾ und wie es eventuell noch weitgehender realisiert werden könnte⁵⁰³⁾ - ermöglicht unterschiedliche Bearbeitungsaufgaben durch die unterschiedliche Kombination einer begrenzten Zahl verschiedener Funktionseinheiten zu lösen. Aus einem derartigen Baukastensystem können einmal umfangreiche Transferstraßen, zum andern aber auch kleine billige Einzweckmaschinen mit hoher Anpassungsfähigkeit an wechselnde Aufgaben aufgebaut werden. Damit ergibt sich auch für den kleinen Mittelbetrieb mit geringer Kapitalkraft und wechselnden Aufgaben die Möglichkeit, anpassungsfähige Einzweckmaschinen - eventuell von ihm selbst zusammensetzbar - an Stelle

501) Moll, H., Dolezalek, C. M., Dank an die Werkstatt, in: Werkstattstechnik, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 121.

502) Vgl. die Ausführungen zur Vereinheitlichung unter 2.2311.

503) Vgl. Georg, O., Über die Bedeutung von Grundeinheiten im Werkzeugmaschinenbau, in: Werkstattstechnik, 52. Jg., 1962, H. 5, S. 235 - 241.

qualitativ nicht ausgenutzter Universalmaschinen wirtschaftlich einzusetzen.

Für den Sondermaschinenhersteller bedeutet das, daß die gleichen Einheiten, aus denen nach wie vor große Sondermaschinen aufgebaut werden, auch einzeln an neue Abnehmerkreise abgesetzt werden können, was einerseits zu einer Vergrößerung des Produktionsvolumens und damit zur Möglichkeit der Serienfertigung dieser Einheiten und andererseits zu einer verminderten Abhängigkeit zu den bisherigen Abnehmern, den Großunternehmen der Automobilbranche, führen muß. Die Entwicklung entsprechender Baueinheiten und, soweit sie schon vorhanden sind, die Intensivierung des Absatzes dieser Einheiten auch an Klein- und Mittelbetriebe ist somit als wirksame Maßnahme anzusehen, die gegenwärtigen Schwierigkeiten von ihrer Ursache her zu beheben.

5.213 Programmspezialisierung

Die Werkstückabhängigkeit der Sondermaschinen und die praktisch unbegrenzte Zahl verschiedener Werkstücke läßt eine Typenbildung von Sondermaschinen und eine Spezialisierung der einzelnen Unternehmung auf bestimmte Typen mit dem Ziel einer Stückzahlerhöhung nicht zu. Auch einer Beschränkung auf bestimmte Bearbeitungsaufgaben, um dadurch die nachfolgende Differenzierung der Sondermaschinen einzuschränken, stehen im einzelnen Unternehmen Hindernisse entgegen. Indessen ergeben sich Spezialisierungsmöglichkeiten aus der schon bekannten Tatsache, daß verschiedenartige Maschinen aus gleichen Elementen in unterschiedlicher Kombination aufgebaut werden können. Damit an die Stelle der nicht möglichen Spezialisierung auf die ganze Maschine eine Spezialisierung auf ihre Bauelemente treten kann, ist aber zweierlei erforderlich:

- 1) eine überbetriebliche Vereinheitlichung der Bauelemente,
- 2) Vereinbarungen der einzelnen Hersteller, die die Verteilung der vereinheitlichten Bauelemente auf die einzelnen Unternehmen regeln.

Eine überbetriebliche Vereinheitlichung nach VDI und z.T. nach DIN besteht bisher für Baumerkmale und Anschlußmaße von Baueinheiten, wie Mittelteilen,

Seitenteilen, Schlitteneinheiten, Spindeleinheiten, Bohrköpfen, Spindelenden und Bohrkopfträgern⁵⁰⁴⁾; ebenso wurden Hydraulikelemente bei einer Reihe von Herstellern vereinheitlicht.⁵⁰⁵⁾ Darüber hinaus wäre eine überbetriebliche Vereinheitlichung denkbar - und z. T. wird sie in der Praxis auch schon angestrebt - nicht nur von Baueinheiten, sondern auch von Baugruppen und Teilen der Maschinenaggregate, von Einrichtungen zur Werkstückhandhabung und von elektrischen Steuerungen. Die Vereinheitlichung bestimmter Bauelemente muß dazu führen, daß diese Elemente in größeren Stückzahlen benötigt werden. Sie erlaubt dem einzelnen Unternehmen weiter, einen Teil der benötigten Bauelemente nicht selbst zu fertigen, sondern von anderen Unternehmen zu beziehen. Damit schafft die Vereinheitlichung die Voraussetzung für die Spezialisierung einzelner Unternehmen auf die Herstellung von Bauelementen für Sondermaschinen.

Indessen erscheint eine Spezialisierung, die auf der isolierten Initiative des einzelnen Unternehmens beruht, bei den gegebenen Verhältnissen im Werkzeugmaschinenbau nicht möglich. Bei dem einseitigen Vorgehen eines Unternehmers mit dem Ziel einer Spezialisierung auf bestimmte Bauelemente kann die Nachfrage für diese Bauelemente nur dadurch in hohem Grade geweckt werden, daß sie wesentlich kostengünstiger angeboten werden, als sie die übrigen Unternehmen selbst herstellen können. Im Anfangsstadium sind die dazu nötigen hohen Stückzahlen jedoch noch keineswegs gegeben; ein Anbieten der Bauelemente mit einem Preis unterhalb der Selbstkosten zur Überbrückung dieser Anfangsphase erscheint aber als unmöglich, wenn man die im Werkzeugmaschinenbau übliche Finanzkraft berücksichtigt. Demgegenüber haben etwa die Hersteller von elektrischen Steuerungen eher die Möglichkeit - eventuell auch ohne vorangegangene überbetriebliche Vereinheitlichung - den Markt für bestimmte Steuerungen an sich zu ziehen, da es sich bei diesen Herstellern z. T. um Großunternehmen handelt, die außerdem mit dem Absatz ihrer Steuerungen nicht nur an den Werkzeugmaschinenbau

504) Wollenhaupt, J., Einsatzmöglichkeiten der Baueinheiten für Werkzeugmaschinen nach VDI 3270. . . 3275, in: Werkstattstechnik, 50. Jg., 1960, S. 149 - 153, DIN 69516, 69525-27, 69531/32.

505) Anonym, Die deutsche Hydraulik und Pneumatik-Industrie I, Sonderdruck aus: Ölhydraulik und Pneumatik, 4. Jg., Nr. 9, o. S.

gebunden sind.⁵⁰⁶⁾

Es wäre jedoch für den Werkzeugmaschinenbau durchaus denkbar, daß auf dem Wege gegenseitiger Absprachen und Vereinbarungen der einzelnen Produzenten die in Serien zu fertigenden Bauelemente auf die einzelnen Unternehmen verteilt würden. Allerdings darf nicht verkannt werden, daß mit dem Vorteil, den eine solche zwischenbetriebliche Arbeitsteilung im Sondermaschinenbau bringen würde, auch gewisse Nachteile verbunden sind. Unternehmen, die in langer Arbeit bestimmte Bauelemente entwickelt haben, wie z. B. elektrische Steuerungen, Einrichtungen zur Werkstückhandhabung usw., treten nur ungern den damit geschaffenen Vorbereitungsgrad an andere Unternehmen ab. Des weiteren bedeutet eine zwischenbetriebliche Arbeitsteilung eine größere Abhängigkeit der Unternehmen untereinander; je mehr von anderen Unternehmen bezogen wird, umso mehr wird das einzelne Unternehmen in technischer, terminlicher und wirtschaftlicher Hinsicht vom Zulieferer abhängig, was gleichbedeutend ist mit einer Einschränkung der unternehmerischen Entscheidungsfreiheit. Hierzu gehört auch die mit dem Einbau fremdbezogener komplizierter technischer Aggregate verbundene Gefahr, daß beim Versagen dieser Elemente der Ruf des Unternehmens gefährdet wird, da sich nicht in jedem Fall die Fehlerursachen eindeutig auf die bezogenen Bauteile lokalisieren lassen.⁵⁰⁸⁾ Diese Einschränkung der unternehmerischen Entscheidungsfreiheit wiegt umso schwerer, da im Werkzeugmaschinenbau in vielen Fällen Unternehmen vom Inhaber geführt werden, für den die unternehmerische Selbständigkeit ein dominierendes Prinzip der Unternehmensführung darstellt.⁵⁰⁹⁾ Schließlich ist zu berücksichtigen,

-
- 506) Zur vorteilhafteren Stellung des Großbetriebes hinsichtlich des mit der Spezialisierung verbundenen Marktrisikos vgl. Abromeit, G., a. a. O., S. 256.
- 508) Dolezalek, C. M., Rückwirkungen der Automatisierung auf die Entwicklung der Werkzeugmaschinen, in: Automatisierung, 4. Jg., 1959, H. 8/9, S. 9 empfiehlt zur Vermeidung dieser Gefahr die Einrichtung unabhängiger technischer Prüfstellen, die die Qualität der Bauelemente zu kontrollieren hätten.
- 509) Zum Prinzip der Selbständigkeit bei der Unternehmensführung vgl. Koch, H., Betriebliche Planung, a. a. O., S. 17. Zur Bedeutung der unternehmerischen Selbständigkeit im Maschinenbaubetrieb vgl. Becker, G., a. a. O., S. 41.

daß mit der Vorbereitung der zwischenbetrieblichen Arbeitsteilung und ihrer Durchführung⁵¹⁰⁾ Kosten verbunden sind, deren nachteiliger Effekt zunächst deutlicher in Erscheinung tritt als die mit der Unsicherheit der Zukunft behaftete Kostensenkung durch eine Programmspezialisierung. Da vorläufig eine existenzielle Notwendigkeit zu zwischenbetrieblicher Programmaufteilung im Werkzeugmaschinenbau nicht gegeben ist,⁵¹¹⁾ tragen die obigen Nachteile wesentlich dazu bei, daß bisher nur im geringen Maße Formen zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung im Werkzeugmaschinenbau verwirklicht wurden.⁵¹²⁾

5.214 Innerbetriebliche Vereinheitlichung

Wie bei der Programmspezialisierung beruht auch der Erfolg der innerbetrieblichen Vereinheitlichung im Grunde darauf, daß der "Einwirkungsbereich" des Vorbereitungsgrades⁵¹³⁾ erweitert wird. Die vorangegangenen Darlegungen, besonders des Abschnittes 4, haben gezeigt, daß vor allem im Sondermaschinenbau als Folge der hohen nachfolgenden Differenzierung der von der Kon-

510) Einzelheiten hierzu s. Becker, G., a.a.O., S. 41 - 43.

511) Für die mittelständische Maschinenbauunternehmung unterstreicht die fehlende existenzielle Motivation zur Zusammenarbeit Becker, G., a.a.O., S. 41.

512) Eine solche Notwendigkeit würde sich z.B. dann ergeben, wenn von ausländischen Konkurrenten infolge zentral geplanter Zusammenarbeit Werkzeugmaschinen wesentlich unter dem Preis deutscher Maschinen angeboten würden. Hierauf könnte die folgende Mitteilung hindeuten: "Die Entwicklung und der Bau von Transferstraßen ist in der UdSSR auf eine Reihe von Forschungsinstituten und Fabriken verteilt, von denen jede eine bestimmte Art von Bauelementen, Standardteilen oder Baugruppen herstellt ...", Anonym, Russische Werkzeugmaschinenindustrie, a.a.O., S. 24.

513) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung, a.a.O., S. 488.

struktion geschaffene Vorbereitungsgrad im hohen Maße überdimensioniert ist, was sich in dem hohen Konstruktionskostenanteil niederschlägt. Daraus ergibt sich, daß Vereinheitlichungsmaßnahmen auch dann, wenn sie nicht zu einer wesentlichen Veränderung der gleichzeitigen Differenzierung der Einzelteile in der Fertigung führen, infolge der Verminderung der nachfolgenden Differenzierung für die Kostendegression im Konstruktionsbereich von entscheidender Wichtigkeit sind.⁵¹⁴⁾

Wenn diese Möglichkeiten zur Vereinheitlichung im Sondermaschinenbau bisher nicht in vollem Maße ausgenutzt werden konnten, so lag dies vor allem an der stürmischen Entwicklung dieses Zweiges, die es einerseits nicht ratsam erscheinen ließ, vor Erreichen eines gewissen Reifegrades bestimmte Konstruktionen ein für allemal festzulegen, und die zum andern der Konstruktionsabteilung nicht die nötige Zeit für Vereinheitlichungsarbeiten ließ. Während heute die Verwendung von Baukasteneinheiten allgemein üblich ist, bleibt die Verwendung von Wiederholteilen noch vielfach dem Zufall überlassen. Im gegenwärtigen Zeitpunkt, nachdem ausgiebige konstruktive Erfahrungen gesammelt worden sind, müßte es jedoch möglich sein, eine Auswahl von Wiederholteilen zusammenzustellen und ihre Verwendung obligatorisch zu machen; dabei wäre von der Normstelle oder einer besonders einzurichtenden Stelle zu kontrollieren, ob tatsächlich alle Möglichkeiten einer Verwendung von Wiederholelementen ausgeschöpft wurden.

5.22 Einwirkungsmöglichkeiten auf die Veränderungen selbst

5.220 Vorbemerkung

Wie die Überlegungen unter den Abschnitten 2 bis 4 gezeigt haben, kommt den Auswirkungen der Differenzierung rationalisierter Maschinen besondere Bedeutung zu. Im folgenden sollen einige Möglichkeiten aufgezeigt werden,

514) Vgl. Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung . . . , a. a. O., S. 490.

um den nachteiligen Auswirkungen der Differenzierung zu begegnen, ohne die Differenzierung der Produkte selbst zu ändern.

Zunächst ergeben sich Verbesserungen, wenn es gelingt, die Einzelfertigung von der Serienfertigung zu trennen, da dann für beide Fälle adäquate Planungs- und Organisationsmethoden angewendet werden können. Sodann lassen sich die nachteiligen Auswirkungen der Differenzierung der Teile offenbar dann vermindern, wenn es gelingt, die die eigentliche Bearbeitung der Teile vorbereitenden Tätigkeiten im Vergleich zur eigentlichen Bearbeitung möglichst klein zu halten, was grundsätzlich geschehen kann, einmal durch eine veränderte Gestaltung des mit den vorbereitenden Tätigkeiten geschaffenen Vorbereitungsgrades, zum andern dadurch, daß - worauf schon hingewiesen wurde - der Einwirkungsbereich des Vorbereitungsgrades erweitert wird.⁵¹⁵⁾

Es sollen folgende Möglichkeiten zu einer Verminderung der nachteiligen Auswirkungen der Differenzierung der rationalisierten Maschinen näher betrachtet werden:

- 1) Trennung von Einzel- und Serienfertigung.
- 2) Gemeinsame Behandlung ähnlicher Teile.
- 3) Einsatz von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen in der Fertigung.

5.221 Trennung von Einzel- und Serienfertigung

Bei Kombination der Merkmale "nachfolgende Differenzierung" und "gleichzeitige Differenzierung" lassen sich in der Unternehmung des Herstellers rationalisierter Maschinen unterscheiden:

- I. einmalig⁵¹⁶⁾ zu fertigende Einzelteile,
- II. erstmalig⁵¹⁶⁾ (mit späterer Wiederholung) zu fertigende Einzelteile,
- III. zum wiederholten Male⁵¹⁷⁾ zu fertigende Einzelteile,

515) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 493, S. 488.

516) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 71.

517) Vgl. Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 73.

- IV. einmalig zu fertigende Serienteile,
- V. erstmalig (mit späterer Wiederholung) zu fertigende Serienteile,
- VI. zum wiederholten Male zu fertigende Serienteile.

Als Einzelteile sollen Teile etwa bis Losgröße 3 angesehen werden, als Serienteile Teile in größeren Losgrößen. Die so gebildete Grenze zwischen Einzel- und Serienteilen soll lediglich einen Anhaltspunkt geben; unter bestimmten Bedingungen kann es sich in der Praxis als vorteilhaft erweisen, sie weiter nach oben zu verschieben und den Kreis der "Einzelteile" auf größere Losgrößen zu erweitern.

Eine Betrachtung der Praxis zeigt, daß beim Bau von Maschinen der Variationsgrade I und II (Maschinen mit unverändertem Grundaufbau) die Teilearten II bis V vernachlässigt werden können: Einzelteile, mit deren Wiederholung zu rechnen ist, können zu größeren Lageraufträgen zusammengefaßt werden - dadurch entfallen die Teilearten II und III; einmalig zu fertigende Serienteile treten nicht auf, da es sich bei den einmaligen Teilen des werkstückabhängigen Anteils der Maschine meist um Einzelteile handelt - somit entfällt Teileart IV; bei erstmalig zu fertigenden Serien (V) kann es sich nur um Null-Serien handeln, dieser Fall ist so selten, daß er ebenfalls vernachlässigt werden kann.

Betrachtet man die rationalisierten Maschinen des Variationsgrades III (veränderter Grundaufbau jeder Maschine, z. B. Sondermaschinen), so können hier die folgenden Teilearten vernachlässigt werden: Teileart II und V, da bei einem gewissen Endzustand der Entwicklung neue, sich später aber wiederholende Einzel- und Serienteile nur noch selten auftreten.

Ansatzpunkte zu einer Verbesserung bestehender Schwierigkeiten ergeben sich daraus, daß beim Bau rationalisierter Maschinen noch vielfach alle Teilearten - soweit sie vorkommen - in der Materialbereitstellung, Arbeitsvorbereitung und Fertigung in gleicher Weise behandelt werden.

Im folgenden sollen einige Vorteile planungsmäßiger und organisatorischer Art gezeigt werden, die sich ergeben, wenn die Teile der Art I (einmalige Einzelteile) und die Teile der Art VI (zum wiederholten Male zu fertigende Serienteile) getrennt behandelt werden; auf die Teilearten III und IV, wie sie etwa im Sondermaschinenbau eine nicht zu vernachlässigende Rolle spie-

len, ist an späterer Stelle einzugehen.

1. Da eine relativ exakte Belastungs- und Terminplanung vor allem durch die mit der Fertigung von Neuteilen verbundenen Störungen erschwert wird, wurden mit einer Ausgliederung der neu zu fertigenden Einzelteile die Planungsmöglichkeiten für die Serienfertigung wesentlich verbessert; andererseits wäre bei einer ausschließlichen Fertigung von Einzelteilen eine so hohe Elastizität gegeben, daß jederzeit Plankorrekturen möglich wären.
2. Im Bereich der strengen Einzelfertigung könnte z. T. von der Trennung von planender und ausführender Arbeit abgegangen werden: Bei hochqualifizierten Meistern und im Zeitlohn arbeitenden Facharbeitern in der Fertigung würde bei der Fertigungsplanung eine allgemeine Festlegung der technischen Verfahren und ihrer Reihenfolge und eventuell eine grobe Schätzung der Zeiten genügen; die nähere Art und Weise der Ausführung könnte der Fertigung überlassen bleiben. Damit würde der Aufbau eines Vorbereitungsgrades in der Fertigungsplanung vermieden, der infolge kleiner Losgrößen und Einmaligkeit der Teile nur in geringem Maße auszunutzen ist.
3. Der ständige Anfall schwieriger Bearbeitungsprobleme bei der Fertigung einmaliger Einzelteile würde eine qualitative Auslastung der hochqualifizierten Beschäftigten ermöglichen und ihre Spezialisierung fördern.
4. Da es sich bei dem Bereich der strengen Einzelfertigung um ein im Vergleich zur Gesamtproduktion relativ kleines Gebiet handelt, wären gute Bedingungen für eine enge Zusammenarbeit der mechanischen Fertigung mit der Arbeitsvorbereitung, Konstruktion und Montage gegeben.
5. Schließlich würde eine Trennung der strengen Einzelfertigung von der Serienfertigung den Einsatz geeigneter Organisationsmittel erlauben. So stößt etwa die Verwendung von Zeichnungsnummernsystemen nach Gestaltgruppen auf Ablehnung, da bei einer hohen Anzahl verschiedener Einzelteile die Länge der zur Teilbezeichnung benötigten Ziffernfolge größer ist als die bei fortlaufender Nummerierung. Bei einer Trennung der einmalig auftretenden Teile von den sich wiederholenden wäre jedoch für die begrenzte Zahl der Wiederholteile ein solches System leichter anwendbar, während für einmalig auftretende Teile ein fortlaufendes Nummernsystem beibehalten werden könnte. Für die organisatorische Behandlung aller einmalig vorkommenden

Teile in Arbeitsvorbereitung und Lagerhaltung könnten schließlich vereinfachte Unterlagen (etwa freie Spalten der Stückliste) verwendet werden.

Somit bietet die getrennte Behandlung von einmaligen Einzelteilen und sich wiederholenden Serienteilen eine Reihe von Vorteilen, die insgesamt auf der Möglichkeit beruhen, für jeden der Fälle adäquate Planungs- und Organisationsmethoden einsetzen zu können.

Allerdings sind z. B. bei Sondermaschinen neben einmaligen Einzelteilen und in Wiederholung zu fertigenden Serienteilen noch in Wiederholung zu fertigende Einzelteile (III) und einmalig zu fertigende Serienteile (IV) zu berücksichtigen. In diesem Falle muß ein Kompromiß geschlossen werden derart, daß etwa einmalige Serien im Rahmen der Einzelfertigung mitbehandelt werden (da eine mögliche Störung der Serienfertigung durch Neuerteile nachteiliger erscheint als eine Verminderung der Elastizität der Einzelfertigung durch große Losgrößen) und daß etwa sich wiederholende Einzelteile mit der Serienfertigung erledigt werden (im Hinblick auf die unterschiedlichen Organisationsmittel bei einmaligen und in Wiederholung zu fertigenden Teilen).

5.222 Gemeinsame Behandlung ähnlicher Teile

In den Überlegungen der Abschnitte 2 - 4 spielte die Zahl verschiedener Werkstücke eine ausschlaggebende Rolle, wobei als Unterscheidungsmerkmal Form, Abmessungen, Oberflächenbeschaffenheit und Werkstoff galten; eine graduelle Unterscheidung der zwischen Werkstücken bestehenden Verschiedenheiten wurde nicht vorgenommen. Hinsichtlich der Merkmale Form und Abmessung (Unterschiede der Oberflächenbeschaffenheit und des Werkstoffes sollen vernachlässigt werden) unterscheiden sich die einzelnen Werkstücke in unterschiedlicher Stärke; anders ausgedrückt: Es lassen sich zwischen den Teilen mehr oder minder große Ähnlichkeiten feststellen. Da der Arbeitsvollzug in seiner Eigenart stark von den Eigenschaften des Objektes geprägt wird, ist zu erwarten, daß ähnliche Teile auch einen ähnlichen Arbeitsvollzug haben; es liegt daher nahe, ähnliche Teile im Betriebsprozeß gemeinsam zu behandeln.

Voraussetzung hierzu ist eine Klassifizierung der Teile nach Ähnlichkeitsmerkmalen.⁵¹⁸⁾ Sie wird wesentlich erleichtert, wenn Nummernsysteme ("Gestaltgruppen-Ordnung"⁵¹⁹⁾; "Formen-Code"⁵²⁰⁾) verwendet werden, die gestatten, aus der das Einzelteil bezeichnenden Zeichnungsnummer auf seine Formmerkmale zu schließen. Im einzelnen bietet eine zusammengefaßte Behandlung ähnlicher Teile folgende Vorteile:

In der Konstruktion erleichtert ein die Gestalt der Teile berücksichtigendes Nummernsystem das Auffinden von Wiederholteilen und von ähnlichen Teilen. Da ein enger Zusammenhang zwischen Form und Funktion der Teile besteht, können bei der Neukonstruktion ähnliche schon konstruierte Teile als Vorbild herangezogen werden; damit ergibt sich eine bessere Ausnutzung des mit den vorangegangenen Konstruktionen geschaffenen allgemeinen Vorbereitungsgrades.

Für die Arbeitsvorbereitung bedeutet die Zusammenfassung von ähnlichen Teilen zu einer Gruppe, daß hier nicht für jedes einzelne Teil ein besonderer Arbeitsplan aufzustellen ist, sondern nur ein einziger Gruppenarbeitsplan, aus dem sich die einzelnen Arbeitspläne durch Veränderung des Gruppenplanes ergeben. Der Gruppenplan kann dabei gedacht werden als Arbeitsplan eines "Komplextails"⁵²¹⁾, das die Flächenelemente aller Teile der Gruppe vereinigt. An die Stelle überdimensionierter spezieller Vorbereitungsgrade für jedes einzelne Teil tritt damit ein allgemeiner Vorbereitungsgrad, der auf eine Vielzahl von Teilen ausstrahlt.

Eine zusammengefaßte Bearbeitung von ähnlichen Teilen in der mechani-

518) Vgl. Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a.a.O., S. 488.

519) Vgl. Lange/ Rossberg Wege zur wirtschaftlichen Fertigung im Arbeitsmaschinenbau, Essen 1954, S. 43.

520) Vgl. Steinmann, H., Rationalisierung in der Einzel- und wechselnden Kleinserienfertigung durch Zusammenfassung von Ähnlichkeitsteilen, in: Industrie-Anzeiger, 84. Jg., 1962, Nr. 72, S. 1754.

521) Mitrofanow, S. P., Wissenschaftliche Grundlagen der Gruppentechnologie, Berlin 1960, S. 27.

schen Fertigung bedeutet, daß Teile gleichen Leistungsablaufs⁵²²⁾ nacheinander an der gleichen Maschine bearbeitet werden können.⁵²³⁾ Damit wird die für die Bearbeitung der Ähnlichkeitsgruppe notwendige statische Einrichtung^{523a)} (Vorrichtungen, Werkzeugeinrichtungen, Ausgangslage von Werkzeug und Werkstück) innerhalb der Gruppe nur noch in geringem Maße nach der Bearbeitung jedes Teils abgebaut, da sie entsprechend dem gleichen Leistungsablauf für das folgende Teil der Gruppe beibehalten werden kann. Der für die Maschine "aufgebaute zusätzliche Vorbereitungsgrad kann auf zahlreiche Elemente ausstrahlen"⁵²⁴⁾. Während die Zahl gleicher Teile beim Bau rationalisierter Maschinen zumeist nur eine Fertigung nach dem Verrichtungsprinzip mit Universalmaschinen gestattet, kann die Zahl ähnlicher Teile innerhalb einer Gruppe so groß werden, daß rationellere Fertigungsverfahren sinnvoll werden. So kann die Verwendung von spezialisierten Gruppen-Vorrichtungen, von Spezialmaschinen und der Einsatz von Fließreihen für eine Ähnlichkeitsgruppe möglich werden.⁵²⁵⁾ ⁵²⁶⁾

5.223 Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen

Eine bessere Auslastung des Vorbereitungsgrades läßt sich auch dann erzie-

522) Ein gleicher Leistungsablauf "kann auch dann gegeben sein, wenn die Produktelemente in keiner einzigen Abmessung übereinstimmen. Ihre Gestaltung kann trotzdem die gleiche Zahl und Art der Bearbeitungsstufen verlangen; damit ergeben sich gleichartige Arbeitsabläufe". Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung . . . , a.a.O., S. 488, A. 32.

523) Vgl. ebd.

523a) Zum Begriff: Ellinger, Th., Ablaufplanung, a.a.O., S. 34.

524) Ebd.

525) Vgl. Mitrofanow, S. P., a.a.O., S. 23.

526) Vgl. Steinmann, H., a.a.O., S. 1754.

len, wenn auf seine Eigenart selbst eingewirkt wird.⁵²⁷⁾ Dies wird möglich beim Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen. Gegenüber nocken-gesteuerten Werkzeugmaschinen benötigen sie zur Einrichtung der Steuerung geringere Zeiten in der Fertigung; damit genügen geringere Stückzahlen zur Auslastung des durch die Steuerung gegebenen Vorbereitungsgrades. Der gesamte Arbeitsablauf ist leicht auf Bändern zu speichern, die fast unbegrenzt haltbar sind. Damit ist der durch die Bänder verkörperte spezielle Vorbereitungsgrad ebenfalls für lange Zeit speicherbar, so daß die Wahrscheinlichkeit wächst, daß der Vorbereitungsgrad zum wiederholten Male genutzt werden kann.⁵²⁸⁾ Hinzu kommt ein geringerer Verlust des Vorbereitungsgrades durch Erfahrungsabbau und Verlernen von Fertigkeiten, da "aus dem immateriellen Bereich des Vorbereitungsgrades immer mehr Elemente in den fixierten Vorbereitungsgrad des speicherbaren Trägers aufgenommen werden."⁵²⁹⁾

Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen erlauben eine Automatisierung der Fertigung kleiner, sich wiederholender Losgrößen mit den der Automatisierung eigenen Vorteilen: Ersatz hochqualifizierter Facharbeiter durch weniger qualifizierte Kräfte in der Fertigung, Mehrmaschinenbedienung, kürzere Nebenzeiten, weniger Ausschuß. Diese Vorteile werden noch erweitert, wenn numerisch gesteuerte Maschinen mit Werkzeugspeichern⁵³⁰⁾, mit mehreren Arbeitsstationen versehen⁵³¹⁾ oder wenn numerisch gesteuerte Universalmaschinen zu Fertigungsketten verbunden werden,⁵³²⁾ so daß die kontinuierliche Fertigbearbeitung des Werkstückes auf einer Maschine oder auf mehreren Maschinen mit automatischem Transport möglich wird.

527) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 493.

528) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 495/96.

529) Ellinger, Th., Industrielle Einzelfertigung ..., a. a. O., S. 496.

530) De Vetter, W., Maschineller Werkzeugwechsel und besondere Steuerungsprobleme in der automatisierten Kleinreihenfertigung, in: Werkstattstechnik, 50. Jg., 1960, H. 3, S. 159 - 161.

531) Anonym, Eine elektronisch-numerisch gesteuerte Drei-Wege-Werkzeugmaschine, in: Werkstattstechnik, 50. Jg., 1960, H. 12, S. 722.

532) Behrendt, W., Fertigungskette für Kleinstserien, in: VDI-Nachrichten, 13 (59), Nr. 4, S. 1.

Indessen ist für den Einsatz numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen zu berücksichtigen, daß auch bei automatisiertem Werkzeugwechsel noch Rüstarbeit in der Fertigung vom Arbeiter zu leisten ist, daß die Erstellung der Programme in der Arbeitsvorbereitung einen erheblichen Aufwand erfordert⁵³³⁾ und daß die Anschaffungskosten numerisch gesteuerter Maschinen hoch sind.

Diese Nachteile numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen bedingen, daß sie kaum für eine extreme Einzelfertigung mit sehr kleinen Losen und einem großen Anteil von Neuteilen in Frage kommen werden. Jedoch ermöglichen sie eine Rationalisierung der Fertigung in den Bereichen sich wiederholender höherer Losgrößen, die durchaus auch beim Bau von Sondermaschinen als den extremen Vertretern rationalisierter Maschinen gegeben sind. -

Unter besonderer Berücksichtigung des Sondermaschinenbaus wurden Möglichkeiten aufgezeigt, nachteiligen Veränderungen zu begegnen. Mit zunehmender Beruhigung in der Entwicklung rationalisierter Werkzeugmaschinen dürfen diese Möglichkeiten verstärkt genutzt werden, so daß für die Zukunft die nachteiligen Auswirkungen beim Bau rationalisierter Maschinen weniger stark sein werden als in der hier betrachteten Phase.

533) Vgl. Müller-Traut, H., Über die Anwendung elektronischer Rechenanlagen bei der Programmierung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen, in: Werkstattstechnik, 53. Jg., 1963, H. 4, S. 161 - 169.

Schlußbemerkung

Der Gegenstand der vorangegangenen Untersuchung war die Analyse und kritische Beurteilung der ökonomischen Veränderungen in der Werkzeugmaschinen herstellenden Unternehmung, die sich aus der Produktion von Maschinen zur Rationalisierung und Automatisierung der Fertigungsverfahren in der Nachkriegszeit ergaben. Die Unternehmung wurde betrachtet hinsichtlich ihrer Aufgaben (Absatz, Gestaltung, Materialwirtschaft, Arbeitsvorbereitung, Fertigung) und hinsichtlich ihres Aufbaus (gekennzeichnet durch die Faktoren: Planung, Organisation, menschliche Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoff).

Der besondere Akzent der Untersuchung lag auf:

1. Der Herausstellung einer eindeutigen kausalen Beziehung zwischen der Rationalisierung der Fertigungsverfahren und den Veränderungen in der Unternehmung.

2. Auf dem quantitativen Nachweis der Veränderungen.

Eine kausale Abhängigkeit konnte hergestellt werden über eine eingehende Analyse der durch die Rationalisierung veränderten Werkzeugmaschine (Abschnitt 1) und durch eine explizite Darstellung der den Veränderungen zugrunde liegenden Hauptursachen (Einflußfaktoren; Abschnitt 2).

Es gelang, über eine qualitative Beziehung hinaus - besonders für die erhöhte Produktdifferenzierung - eine komparative Abhängigkeit (mehr-weniger Beziehung;⁵³⁴) zwischen den Veränderungen und ihren Ursachen nachzuweisen. Damit stellt die Arbeit die Veränderungen beim Bau rationalisierter Maschinen in gradueller Differenzierung dar, je nach der von der Eigenart der Maschinen abhängigen Stufung der Einflußfaktoren.

Die quantitativen Daten der Arbeit sind von unterschiedlicher Repräsentanz; sie sind im strengen Sinne repräsentativ, soweit es sich um statistische Werte

⁵³⁴) Zur Unterscheidung von qualitativen, komparativen und funktionalen Beziehungen; Stegmüller, W., Das Problem der Kausalität, in: Probleme der Wissenschaftstheorie, Festschrift für Victor Kraft, Wien 1960, S. 180.

handelt. Mit der Erfassung von Werten, die auf Maschinenarten bezogen sind, wurde versucht, betriebsindividuelle Einflüsse auszuschalten. Daten für die Grenztypen des Universalmaschinenherstellers und des Sondermaschinenherstellers zeigen die Spannweite der Werte im Werkzeugmaschinenbau. Bei den nicht repräsentativen Zahlenangaben ist zu berücksichtigen, daß sie nicht die Ausgangsbasis für die allgemeinen Folgerungen der Arbeit bilden, sondern daß sie vielmehr umgekehrt zur Verifizierung deduktiv entwickelter Schlüsse dienen.⁵³⁵⁾

Die vorliegende Arbeit bildet einen Beitrag zu den Untersuchungen über die Automatisierung, indem sie die indirekten Folgen der Automatisierung auf den Hersteller hochrationalisierter Werkzeugmaschinen zeigt. Es wird erkennbar, daß die durch die Automatisierung ersetzten geistigen Kräfte des Menschen bei der Herstellung der Maschinen in potenziertem Grade aufgewendet werden müssen.

Für die Werkzeugmaschinenindustrie gibt diese Arbeit einen zusammenfassenden Überblick über die auf den Bau rationalisierter Werkzeugmaschinen zurückzuführenden strukturellen Veränderungen in der Unternehmung und darüber hinaus Hinweise, wie nachteiligen Auswirkungen begegnet werden kann. Zweifellos werden von den Betroffenen selbst bestimmte Formen dieser Veränderungen im einzelnen erkannt; indes behindert die notwendigerweise auf die Tagesarbeit gerichtete Aufmerksamkeit⁵³⁶⁾ und die zwangsläufig an den Gegebenheiten der eigenen Unternehmung orientierte Betrachtungsweise die Gewinnung einer geschlossenen Gesamtschau der durch die Rationalisierung verursachten strukturellen Veränderungen. Eine derartige Gesamtschau aber ist eine Voraussetzung, um nachteiligen Veränderungen entgegenwirken zu können.

Schließlich gewährleistet die Methode der Arbeit eine Allgemeingültigkeit bestimmter Aussagen über den untersuchten speziellen Sachverhalt hinaus, dadurch daß die Veränderungen nicht nur auf bestimmte Maschinenarten,

535) Zu den Bedingungen dieser Methode vgl. Bocheński, I. M., Die zeitgenössischen Denkmethoden, 2. Aufl., München 1959, S. 101, S. 107.

536) Vgl. Schmalenbach, E.: Kostenrechnung und Preispolitik, 7. Aufl., Köln und Opladen 1956, S. 18.

sondern auf allgemeine Einflußfaktoren zurückgeführt wurden, indem der allgemeine Einfluß erhöhter Produktdifferenzierung auf die Gesamtunternehmung gezeigt wird und dabei der innere kausale Zusammenhang zwischen erhöhter Differenzierung und den verschiedenartigen gegenseitig voneinander abhängigen Veränderungen in der Unternehmung aufgedeckt wird, leistet die Arbeit einen Beitrag zum Problemkreis der "Einzelfertigung".

Literaturverzeichnis

1. Bücher und Dissertationen

- Abromeit, H. G. : Erzeugnisplanung und Produktionsprogramm im Lichte der Produktions-, Absatz- und Wettbewerbspolitik, Wiesbaden 1955.
- Antoine, H. : Kennzahlen, Richtzahlen, Planungszahlen, 2. Aufl., Wiesbaden 1958.
- Arbeitskreis Dr. Krähe der Schmalenbach-Gesellschaft: Unternehmungsorganisation. Aufgaben und Abteilungsgliederung in der industriellen Unternehmung, 3. Aufl., Köln und Opladen 1957.
- Beste, Th. : Die Mehrkosten bei der Herstellung ungängiger Erzeugnisse im Vergleich zur Herstellung vereinheitlichter Erzeugnisse, Köln und Opladen 1957.
- Bittorf, W. : Automation. Die zweite industrielle Revolution, Darmstadt 1956.
- Bloch, W. : Arbeitsbewertung. Grundlagen und Anwendung, Zürich 1959.
- Bocheński, I. M. : Die zeitgenössischen Denkmethode, 2. Aufl., München 1959.
- Böhrs, H. : Rationelle Büroarbeit, München 1953.
- Böhrs, H. : Die wachsenden Büros und der Strukturwandel der menschlichen Arbeit, München 1960.
- Böhrs, H. : Organisation und Gestaltung der Büroarbeit, München und Bern 1960.
- Böhrs, H. : Organisation des Industriebetriebes, Wiesbaden 1963.
- Borowski, K. -H. : Das Baukastensystem in der Technik, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961.
- Bramesfeld, E. und Graf, O. : Praktisch-psychologischer und arbeitsphysiologischer Leitfaden für das Arbeitsstudium, 2. Aufl., München 1955.

- Brandt, L. u. a. (Hrsg.): Industrielle Rationalisierung, Dortmund 1958 und 1959.
- Bunge, M.: Probleme und Aufteilung des Kostenplanes in Betrieben mit Kleinserien- und Einzelfertigung, Diss. Berlin 1959.
- Das REFA-Buch, Bd. 1: Arbeitsgestaltung, 5. Aufl., München 1955.
- Das REFA-Buch, Bd. 2: Zeitvorgabe, 5. Aufl., München 1955.
- Deutscher Normenausschuß (DNA) (Hrsg.): DIN-Begriffslexikon. Benennungen und Definitionen aus den deutschen Normen, Berlin-Köln-Frankfurt 1961.
- Diebold, J.: Die automatische Fabrik, Nürnberg 1954.
- Doberer, K.: Sinn und Zukunft der Automation, Frankfurt a. M. 1958.
- Drucker, P. F.: Die nächsten zwanzig Jahre. Ein Blick auf die Wirtschaftsentwicklung der westlichen Welt, Düsseldorf 1957.
- Dürr, A. u. Wachter, O.: Hydraulische Antriebe und Druckmittelsteuerungen an Werkzeugmaschinen, 3. Aufl., München 1954.
- Ebbert, F.: Kostenrechnung und kostenorientierte Preisbildung bei langfristiger Einzelfertigung, Diss. Tübingen 1953.
- Eicke, K.: Arbeitsvorbereitung im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Organisation, Wiesbaden 1952.
- Ellersiek, K.: Materialflußkosten im Betrieb. Erfassung der Transport- und Lagerkosten, Wiesbaden 1958.
- Ellinger, Th.: Rationalisierung durch Standardkostenrechnung. Erweiterung ihres Anwendungsbereiches auf gemischte Fertigung, Stuttgart 1954.
- Ellinger, Th.: Ablaufplanung. Grundfragen der Planung des zeitlichen Ablaufs der Fertigung im Rahmen der industriellen Produktionsplanung, Stuttgart 1959.
- Eucken, W.: Grundsätze der Wirtschaftspolitik. (Hrsg.: Eucken, E. u. Hensel, K. P.), Bern-Tübingen 1952.

- Eucken, W. : Grundsätze der Wirtschaftspolitik, (Hrsg. Eucken-Erdsiek, E. u. Hensel, K. P.) (rowohlts deutsche enzyklopädie), (Hamburg) 1960.
- Eucken, W. : Die Grundlagen der Nationalökonomie, 6. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950.
- Euler, H. u. Stevens, H. : Die analytische Arbeitsbewertung als Hilfsmittel zur Bestimmung der Arbeitsschwierigkeit, Düsseldorf 1950.
- Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.) : Bezugsquellen-Verzeichnis der Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen, Ausgabe 1959, (Frankfurt a. M.) o. J.
- Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen (im VDMA) (Hrsg.) : Statistische Zahlen aus dem Werkzeugmaschinenbau, Werkzeugmaschinenstatistik 1950 - 1959 und 1960 - 1961, (Frankfurt a. M.) o. J.
- Freytag-Löringhoff, B. v. : Logik. Ihr System und ihr Verhältnis zur Logistik, 3. Aufl., Stuttgart 1955.
- Fischer, G. : Neuzeitliche Betriebsgestaltung durch Ordnung der menschlichen Arbeitsverhältnisse, Wien 1955.
- Funke, H. : Die Betriebswirtschaft im Maschinenbau und in verwandten Industrien, 2. Aufl., Freiburg i. Br. 1955.
- Funke, H. u. Blohm, H. : Allgemeine Grundzüge des Industriebetriebes, Essen 1952.
- Galle, R. : Die unternehmerische Politik am Absatzmarkt für Spezial- und Serienmaschinen, Diss. Mannheim 1957.
- Gälweiler, A. : Produktionskosten und Produktionsgeschwindigkeit, Wiesbaden 1960.
- Gluth, H. : Praktische Betriebs-Statistik, 2. Aufl., Stuttgart 1959.
- Goebel, H. : Die Bauformen der Sondermaschinen, München 1956.
- Görsch, J. u. Riege, W. : Materialfluß in der Einzelfertigung des Maschinenbaus, Wiesbaden 1958.
- Grochla, E. : Materialwirtschaft, Wiesbaden 1958.

- Gutenberg, E. : Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1958.
- Gutenberg, E. : Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1: Die Produktion, 5. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960.
- Gutenberg, E. : Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2: Der Absatz, 5. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1962.
- Gutenberg, E. : Unternehmensführung, Wiesbaden 1962.
- Haan, H.v. : Rationalisierung als Weltbewegung im Spiegel ihrer Begriffslehre, Zürich 1949.
- Haller, H. : Typus und Gesetz in der Nationalökonomie. Versuch zur Klärung einiger Methodenfragen der Wirtschaftswissenschaften, Stuttgart und Köln 1950.
- Hammer, M. : Vergleichende Morphologie der Arbeit in der europäischen Automobilindustrie; Die Entwicklung zur Automation, Basel 1959.
- Hartmann, B. : Betriebswirtschaftliche Grundlagen der automatischen Datenverarbeitung, Freiburg i.Br. 1961.
- Hax, K. : Die Betriebsunterbrechungsversicherung. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und versicherungstechnische Gestaltung, Köln und Opladen 1949.
- Hennig, K. W. : Betriebswirtschaftliche Organisationslehre, 3. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1957.
- Hennig, K. W. : Betriebswirtschaftslehre der industriellen Erzeugung, Wiesbaden 1960.
- Hennig, K. W. : Betriebswirtschaftslehre der industriellen Fertigung, 2. Aufl., Braunschweig 1948.
- Henze, A. : Zur Organisation und Planung der Vorbereitung der Produktion im Maschinenbau mit Einzelfertigung, Diss. Halle 1956.
- Hetzler, H. W. : Die Bewertung von Bürotätigkeiten. Grundlagen und Verfahren, Köln und Opladen 1961.
- Hofmann, R. : Planung und Projektierung automatisierter Anlagen, Hamburg-Berlin-Bonn 1958.

- Isaac, A. : Der Industriebetrieb, Leipzig 1930.
- Jodas, G. : Vereinigungen und Gemeinschaftsmaßnahmen von Unternehmungen zum Zwecke der Rationalisierung, Diss. Berlin 1958.
- Kalveram, W. : Industriebetriebslehre, 7. Aufl., Wiesbaden 1960.
- Kamke, E. : Mengenlehre (Sammlung Götschen, Bd. 999/999a), Berlin 1962.
- Kellerer, H. : Statistik im modernen Wirtschafts- und Sozialleben (rowohlt's deutsche enzyklopädie), Hamburg 1960.
- Kempff, H. : Betriebswirtschaftliche Kennzahlen. Ermittelt aus dem Verhältnis von Angestellten und Arbeitern im Industriebetrieb, Diss. Mannheim 1956.
- Klatt, S. : Zur Theorie der Industrialisierung, Köln und Opladen 1959.
- Klingler, R. u. Schmocker, A. : Arbeitsvorbereitung. Lehr- und Handbuch unter Berücksichtigung neuer Methoden und Erfahrungen in der Herstellung und Betriebsführung, Zürich 1948.
- Koch, H. : Betriebliche Planung. Grundlagen und Grundfragen der Unternehmenspolitik, Wiesbaden 1961.
- Koch, W. : Grundlagen und Technik des Vertriebes, Bd. 1: Organisation des Vertriebes, Berlin 1950.
- Kopf, H. : Die Sondermaschine für mittlere und kleine Serien, Diss. Darmstadt 1958.
- Kosiol, E. : Organisation der Unternehmung, Wiesbaden 1962.
- Kosiol, E. : Untersuchungen zur Aufbauorganisation der Arbeitsvorbereitung und des Einkaufs industrieller Unternehmungen, Berlin 1960.
- Kretzmann, R. (Hrsg.) : Handbuch der Automatisierungs-Technik Berlin 1959.
- Lange-Rossberg: Wege zur wirtschaftlichen Fertigung im Arbeitsmaschinenbau, Essen 1954.
- Lohmann, M. : Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 3. Aufl., Tübingen 1959.

- Malich, S. : Probleme der Fertigungssteuerung und der Lagerwirtschaft bei industrieller Einzel- und Kleinserienfertigung, Diss. Marburg 1958.
- Maynard, H.H. u. Weidler, W.C. : An Introduction to Business Management, New York 1951.
- Mellerowicz, K. : Betriebswirtschaftslehre der Industrie, 3. Aufl., Bd. I u. II, Freiburg i.Br. 1958.
- Mellerowicz, K. : Forschungs- und Entwicklungstätigkeit als betriebswirtschaftliches Problem, Freiburg i.Br. 1958.
- Mellerowicz, K. : Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd. I - III, 10. Aufl., (Sammlung Göschen, Bd. 1008/1008a, 1153/1153a, 1154/1154a) Berlin 1959.
- Mellerowicz, K. : Kosten und Kostenrechnung I: Theorie der Kosten, 3. Aufl., Berlin 1957.
- Mellerowicz, K. : Kosten und Kostenrechnung II: Verfahren, 1. Teil, Allgemeine Fragen der Kostenrechnung und Betriebsabrechnung, 2. und 3. Aufl., Berlin 1958.
- Mellerowicz, K. : Kosten und Kostenrechnung II: Verfahren, 2. Teil, Kalkulation und Auswertung der Kostenrechnung und Betriebsabrechnung, 2. und 3. Aufl., Berlin 1958.
- Mellerowicz, K. : Unternehmenspolitik, Bd. 1, Freiburg i.Br. 1963.
- Mitrofanow, S.P. : Wissenschaftliche Grundlagen der Gruppentechnologie, Berlin 1960.
- Mouqué, D. : Automation. Probleme und Möglichkeiten, Diss. München 1956.
- Munz, M. : Beschaffung und Beschaffungsplanung im Industriebetrieb, Wiesbaden 1959.
- Müller, E. : Automation als ökonomisches Problem, Diss. Münster 1958.
- Müssig, P. : Die allgemeinen Grundlagen zur Lösung der Lager- und Beschäftigungsprobleme. Der zeitliche Verwendungsausgleich, Diss. Frankfurt a.M. 1954.

- Nordsieck, F. : Rationalisierung der Betriebsorganisation, 2. Aufl. von "Grundlagen der Organisationslehre", Stuttgart 1955.
- Nowak, G. : Fließarbeit und ihre Organisation, Diss. Berlin 1960.
- Oppelt, W. : Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge, 3. Aufl., Weinheim 1960.
- Overländer, D. : Strukturelle Organisation mittelgroßer Fabrikationsbetriebe, Diss. Bonn 1959.
- Pentzlin, K. : Rationelle Produktion. Methodik, Grundregeln und praktische Beispiele, 2. Aufl., Kassel 1950.
- Peres, K. H. : Marktforschung für Spezialmaschinen, Diss. Mannheim 1952.
- Petersen, H. : Zur Aufgabe und Methode der Unternehmungstypologie, Diss. Hamburg 1955.
- Pfeiffer, W. : Absatzpolitik auf dem Gebiet der Fabrikation von Sondermaschinen, Diss. Köln 1963.
- Pollock, F. : Automation, Frankfurt a. M. 1956.
- Pötschke, H. : Verkettete Maschinen, Hamburg-Berlin-Bonn 1961.
- Reddewig, G. u. Dubberke, H. A. : Einkaufsorganisation und Einkaufsplanung, Wiesbaden 1959.
- Reichling, A. W. : Produktionsplanung im Maschinenbau, Diss. Berlin 1960.
- Riebel, P. : Die Elastizität des Betriebes. Eine produktions- und marktwirtschaftliche Untersuchung, Köln und Opladen 1954.
- Riebel, P. : Industrielle Erzeugungsverfahren in betriebswirtschaftlicher Sicht, Wiesbaden 1963.
- Rieger, W. : Einführung in die Privatwirtschaftslehre, Nürnberg 1928.
- RKW (Hrsg.) : Automatisierung. Stand und Auswirkungen in der Bundesrepublik Deutschland, München 1957.
- RKW (Hrsg.) : Praktische Beispiele zur Automatisierung aus der Bundesrepublik Deutschland, England, Frankreich und Italien, München 1959.

- Rohs, H.-G. : Die Erfassung der Fertigungsaufgaben für spanende Werkzeugmaschinen, Hab.-Schr. Aachen 1960.
- Roos, C. A. : Wege und Ziele deutscher Rationalisierung, Dortmund 1958.
- Rustow, H.-J. : Theorie der Vollbeschäftigung in der freien Marktwirtschaft, Tübingen 1951.
- Sandig, C. : Die Führung des Betriebes, Stuttgart 1953.
- Schachtschabel, H.G. : Automation in Wirtschaft und Gesellschaft (rowohlts deutsche enzyklopädie), Hamburg 1961.
- Schafer, E. : Die Unternehmung, Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 4. Aufl., Köln und Opladen 1961.
- Scharer, H. : Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse in der westdeutschen Werkzeugindustrie auf deren Fertigung, Diss. Mainz 1959.
- Schaumjan, G. A. : Automaten, 2. Aufl., Stuttgart 1962.
- Schelsky, H. : Die sozialen Folgen der Automatisierung, Köln-Düsseldorf 1957.
- Schmalenbach, E. : Kostenrechnung und Preispolitik, 7. Aufl., Köln und Opladen 1956.
- Schmid, W. : Automatologie, Grundlagen der Selbststeuerung von Fertigungsmaschinen, München 1952.
- Schmidt, F. : Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden o. J.
- Schmidt, W. : Die westdeutsche Industrie als Investor und als Käufer von Ausrüstungsgütern auf den Märkten der Investitionsgüterindustrien, Berlin-München (1958).
- Schneider, E. : Einführung in die Wirtschaftstheorie, II. Teil: Wirtschaftspläne und wirtschaftliches Gleichgewicht in der Verkehrswirtschaft, 4. Aufl., Tübingen 1956.
- Schneider, E. : Wirtschaftlichkeitsrechnung, Theorie der Investition, 4. Aufl., Tübingen-Zürich 1962.

Schnettler, A. : Betriebsanalyse, 2. Aufl., Stuttgart 1960.

Schnettler, A. : Betriebsvergleich. Grundlagen und Praxis zwischenbetrieblicher Vergleiche, 3. Aufl., Stuttgart 1961.

Schnutenhaus, O.R. : Allgemeine Organisationslehre. Sinn, Zweck und Ziele der Organisation, Berlin 1951.

Schönplflug, F. : Das Methodenproblem in der Einzelwirtschaftslehre. Eine dogmatische Untersuchung, Stuttgart 1933.

Schwantag, K. : Die Überwindung von Absatzkrisen in der Unternehmung, Mainzer Universitäts-Reden, Mainz 1958.

Schwerd, F. : Spanende Werkzeugmaschinen. Grundlagen und Konstruktionen. Ein Lehrbuch für Hochschulen, Ingenieurschulen und für die Praxis, Berlin-Göttingen - Heidelberg 1956.

Selve, H.E. : Strukturwandlungen der westdeutschen Maschinenindustrie in der Nachkriegszeit, Diss. Köln 1957.

Siebel, W. u. Hetzler, H.W. : Innerbetrieblicher Funktionszusammenhang und Berufsqualifikation. Eine soziologische Leitstudie in Industrieausrüsterbetrieben des Maschinenbaus, Köln und Opladen 1962.

Stackelberg, H.v. : Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, 2. Aufl., Bern - Tübingen 1951.

Stackelberg, H.v. : Grundlagen einer reinen Kostentheorie, Wien 1932.

Stefanic-Allmayer, K. : Allgemeine Organisationslehre. Ein Grundriß, Wien 1950.

Sternberg, F. : Die zweite industrielle Revolution, Frankfurt a.M. 1956.

Thiess, E. : Kurz- und mittelfristige Finanzierung, Wiesbaden 1958.

Timme, H. : Löhne und Gehälter nach Leistung, München 1961.

Trognitz, V. : Die Zeitnormative als Grundlage der technischen Arbeitsnormung unter besonderer Berücksichtigung der Einzel- und Kleinserienfertigung, Diss. Leipzig 1957.

VDMA (Hrsg.) : Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 1953, 1958, 1962, Frankfurt a.M. o.J.

- VDMA (Hrsg.): Handbuch der Maschinen-Industrie. Die Mitglieder des VDMA, Darmstadt 1959, 1962.
- Viel, J.: Betriebs- und Unternehmungsanalyse, 2. Aufl., Köln und Opladen 1958.
- Waffenschmidt, W.G.: Technik und Wirtschaft, Jena 1928.
- Waffenschmidt, W.G.: Technik und Wirtschaft der Gegenwart, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1952.
- Waffenschmidt, W.G.: Produktion, Meisenheim/Glan 1955.
- Waffenschmidt, W.G.: Denkformen und Denktechnik, Meisenheim/Glan 1961.
- Weinberg, F.: Termin-Grobplanung, Zürich 1954.
- Wendt, K.G.: Möglichkeiten und Grenzen der Ermittlung von fertigungstechnischen Kennzahlen und Richtwerten. Erörtert am Beispiel der Zahnradherstellung, Diss. Aachen 1956.
- Wiener, N.: Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft, Frankfurt a. M. -Bonn 1964.
- Witthoff, J.: Die Auswirkung technischer Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit der industriellen Erzeugung und Fertigung, Diss. Köln 1951.
- Wöhe, G.: Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Meisenheim/Glan 1959.
- Wöhe, G.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 2. Aufl., Berlin-Frankfurt 1962.
- Wolf, W.: Maßnahmen zur Senkung der Sortenwechselkosten, Diss. Erlangen 1956.
- Wrba, M.: Industrielle Betriebswirtschaft und praktische Betriebsführung, München 1949.
- Zimmermann, H.W. (Hrsg.): Aspekte der Automation. Die Frankfurter Tagung der List Gesellschaft e. V., Gutachten und Protokolle, Basel-Tübingen 1960.

2. Aufsätze

Abkürzungen

A	Automatisierung.
BH	Hütte. Taschenbuch für Betriebsingenieure (Betriebshütte), Hrsg. Akademischer Verein Hütte e. V. in Berlin, Bd. I: Fertigung, 5. Auflage, Berlin 1957. Bd. II: Betrieb, 5. Auflage, Berlin 1957.
HDSW	Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Hrsg. Beckerath, E. v. u. a., Stuttgart-Tübingen-Göttingen (ab) 1952.
HdW	Handbuch der Wirtschaftswissenschaften, Hrsg. Hax, K. u. Wessels, Th., Bd. I: Betriebswirtschaft, Köln und Opladen 1958.
HWB	Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Hrsg. Seischab, H. u. Schwantag, K., Bd. I-IV, 3. Aufl., Stuttgart 1956 (Bd. I), 1958 (Bd. II), 1960 (Bd. III), 1962 (Bd. IV).
I-A	Industrieanzeiger.
IO	Industrielle Organisation.
TR	Technische Rundschau.
Wt	Werkstattstechnik (vor 1959 Werkstattstechnik und Maschinenbau).
WuB	Werkstatt und Betrieb.
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft.
ZfhF	Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung.
Acél, St. u. Schwoerer, B.:	Tendenzen im schweizerischen Werkzeug- maschinenbau, in: TR, 53. Jg., 1961, Nr. 35, S. 13 ff.
Amber, G. H.:	Ein Bewertungsmaßstab für die Automatisierung, in: A, 6. Jg., 1961, Nr. 3, S. 7 - 11.

- AWF: ohne Titel, in: Mitteilungen des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung e. V., 35. Jg., 1960, Nr. 9, S. 45.
- Anonym: Die deutsche Hydraulik- und Pneumatik-Industrie I, Sonderdruck aus: OELHYDRAULIK UND PNEUMATIK, 4. Jg., 1960, Nr. 9, o. S.
- Anonym: Eine elektronisch-numerisch gesteuerte Drei-Wege-Werkzeugmaschine, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 12, S. 722 - 725.
- Anonym: Die russische Werkzeugmaschinenindustrie, in: A, 5. Jg., 1960, H. 11, S. 23 - 24.
- Becker, G.: Möglichkeiten und Grenzen der Kooperation von mittelständischen Maschinenbau-Unternehmungen, Sonderdruck aus: Aktuelle Probleme und zukünftige Aspekte genossenschaftswissenschaftlicher Forschung, in: Quellen und Studien des Instituts für Genossenschaftswesen an der Universität Münster, Hrsg. Seraphim, H.-J., Bd. 14, Karlsruhe 1962, S. 27 - 43.
- Behrendt, W.: Dreidimensionale numerische Programmsteuerung für Werkzeugmaschinen und ihre praktische Anwendung in den Vereinigten Staaten von Amerika, in: WuB, 91. Jg., 1958, H. 5, S. 217 - 222.
- Behrendt, W.: Fertigungskette für Kleinstserien. Numerische Steuerung des Arbeitsablaufs und des Umrüstens, in: VDI-Nachrichten, 13. Jg., 1959, Nr. 4, S. 1.
- Bellinger, B.: Versuch eines Gliederungssystems betrieblicher Funktionen, in: ZfB, 25. Jg., 1955, Nr. 4, S. 228 - 240.
- Beste, Th.: Fertigungswirtschaft und Beschaffungswesen, in: HdW, Bd. I, S. 125 - 297.
- Beste, Th.: Fertigungsverfahren, in: HWB, Bd. I, Sp. 1764 - 1774.
- Bleichert, W.v.: Selbsttätiges Messen als Angelpunkt der Automatisierung, in: Wt, 47. Jg., 1957, H. 5, S. 239 - 248.
- Brödner, E.: Sind Massenfertigungsmethoden und Fließfertigung im Werkzeugmaschinenbau möglich? in: I-A, 82. Jg., 1960, Nr. 83, S. 1387 - 1393.
- Buchmeier, H.: Diskussionsbeitrag, in: I-A, 80. Jg., 1958, Nr. 63, S. 976 - 978.

- Buddeberg, H. : Anwendung der typologischen Methode in der Betriebswirtschaftslehre, in: Mitteilungen des Instituts für Handelsforschung an der Universität zu Köln, Hrsg. Seyffert, R., Nr. 20, 1954, S. 345 - 351.
- Buja, J. : Die Entwicklungsrichtungen des Werkzeugmaschinenbaus, in: TR, 46. Jg., 1954, Nr. 38, S. 1 - 2.
- Bürgin, A. : Termingrobplanung, in: IO, 24. Jg., 1955, Nr. 3, S. 71 - 78.
- Bussmann, K.F. : Fertigungsplanung, in: HWB, Bd. I, Sp. 1742 - 1749.
- Bussmann, K.F. : Die Fertigungssteuerung in Industriebetrieben als Funktion der Fertigungstypen, in: Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspraxis, Festschrift für Konrad Mellerowicz. Hrsg. Schwarz, H. u. Berger, K.H., Berlin 1961, S. 65.
- Cordes, H. : Programmierverfahren für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen, in: VDI-Berichte, Nr. 60: Automatisierung, Düsseldorf 1962, S. 33 - 36.
- Dautel, E. : Die elektrische Ausrüstung von Transfermaschinen, in: TZ für praktische Metallbearbeitung, 55. Jg., 1961, H. 8, S. 400 - 409.
- Deuring, K. : Probleme einer Systematik der Werkstücke bei der mechanischen Handhabung, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 3, S. 136 - 140.
- Deuring, K. : Die statistische Erfassung der Werkstücke, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 140 - 143.
- Dellagiacoma, J. : Zentrale Steuerung in der Einzelfabrikation, in: IO, 29. Jg., 1960, Nr. 9, S. 365 - 374.
- De Vetter, W. : Maschineller Werkzeugwechsel und besondere Steuerungsprobleme in der automatisierten Kleinreihenfertigung, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 3, S. 159 - 161.
- Dolezalek, C.M. : Quellen der Produktion. Ein Versuch zur Klärung der Begriffe, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 5, S. 244 - 246.
- Dolezalek, C.M. : Automatisierung - Automation. Ein Beitrag zur Klärung der Begriffe, in: VDI-Zeitschrift, Bd. 98, 1956, S. 563 - 564.

- Dolezalek, C. M.: Mensch und Automatisierung, in: A, 3. Jg., 1958, H. 1, S. 3 - 11.
- Dolezalek, C. M.: Grundlagen der Automatisierung und ihr Einfluß auf die Ausbildung von Maschineningenieuren, in: Wt, 74. Jg., 1957, H. 1, S. 21 - 26.
- Dolezalek, C. M.: Rückwirkungen der Automatisierung auf die Entwicklung der Werkzeugmaschinen, in: A, 4. Jg., 1959, H. 8/9, S. 9 - 11.
- Dolezalek, C. M.: Meßgröße und Wirkungsablauf in der Fertigungstechnik, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 10, S. 525 - 531.
- Dolezalek, C. M.: Automatisierung in der industriellen Fertigung, in: BH, Bd. II, S. 619 - 642.
- Dürr, A. u. Dautel, E.: Schwachstrom-Steuerungen an Werkzeugmaschinen, in: WuB, 87. Jg., 1954, H. 7, S. 357 - 364.
- Eisfeld, C.: Zur Lehre von der Gestaltung der Unternehmung, in: ZfhF, NF, 3. Jg., 1951, H. 7/8, S. 283 - 320 u. 337 - 353.
- Ellinger, Th.: Industrielle Einzelfertigung und Vorbereitungsgrad, in: ZfhF, NF, 15. Jg., 1963, H. 10, S. 481 - 498.
- Ellinger, Th.: Betriebswirtschaftliche Probleme der Einzelfertigung im Maschinenbau, Hrsg. VDMA, Frankfurt a. M. 1963.
- Fackelmeyer, A.: Moderne Fördertechnik - Ein Weg zur Automatisierung, in: A, 6. Jg., 1961, Nr. 1, S. 10 - 12.
- Fackelmeyer, A.: Entwicklungstendenzen in der Fördertechnik, in: A, 5. Jg., 1960, Nr. 4, S. 14 - 20.
- Fackelmeyer, A.: Rationelle Fördermethoden setzen sich durch, in: A, 3. Jg., 1958, Nr. 9, S. 13 - 18.
- Fehse, W.: Stand, Leistungen und technische Probleme der deutschen Werkzeugmaschinenindustrie, in: WuB, 96. Jg., 1963, H. 1, S. 1 - 6.
- Fehse, W.: Umgang mit Werkzeugmaschinen, in: I-A, 78. Jg., 1956, Nr. 47/48, S. 693 - 695.

- Finkelburg, H. H. : Zwei- und Dreiwege-Mehrspindelautomaten, in: WuB, 94. Jg., 1961, H. 5, S. 265 - 270.
- Frucht, G. : Allgemeine Betriebsuntersuchungen, in: HWB, Bd. I, Sp. 896 - 905.
- Gensert, H. : Werkstückhandhabung in der spanenden Fertigung, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 143 - 146.
- Georg, O. : Über die Bedeutung von Grundeinheiten im Werkzeugmaschinenbau, in: Wt, 52. Jg., 1962, H. 5, S. 235 - 241.
- Georg, O. : Über den Zusammenbau von Grundeinheiten zu Arbeitseinheiten und Werkzeugmaschinen, in: Wt, 52. Jg., 1962, H. 6, S. 276 - 283.
- Gerecke, E. : Übersicht über die vollautomatischen elektronischen Steuerungen von Werkzeugmaschinen, in: TR Sonderheft, Nr. 7, 1958, S. 3 - 14.
- Gerhardt, H. : Zur Mehrmaschinenbedienung in der Einzel- und Kleinserienfertigung, in: Der Maschinenbau, 10. Jg., 1961, H. 1, S. 3 - 6.
- Goebel, H. : Automatische Herstellung von Motorengehäusen, in: A, 3. Jg., 1958, Nr. 8, S. 13 - 18.
- Goebel, H. : Gesichtspunkte bei der Planung von Transferstraßen, in: A, 5. Jg., 1960, Nr. 8, S. 11 - 16.
- Goebel, H. : Einige grundsätzliche Überlegungen bei der Auslegung von selbsttätigen Maschinenfließreihen, in: Wt, 48. Jg., 1958, H. 3, S. 145 - 152.
- Goebel, H. : Betrachtungen über die Entwicklungstendenz von Werkzeugmaschinen für die mittlere Produktion, in: TZ für praktische Metallbearbeitung, 56. Jg., 1962, H. 2, S. 47 - 53.
- Hasenack, W. : Methoden und Entwicklungsprobleme der Betriebswirtschaftslehre, in: Aktuelle Betriebswirtschaft, Festschrift zum 60. Geburtstag von Konrad Mellerowicz, Berlin 1952, S. 1 - 28.
- Häuser, K. : Deutsche Werkzeugmaschinen für spanabhebende Bearbeitung, TR, 53. Jg., 1961, Nr. 36, S. 39 - 57.
- Hax, K. : Industriebetrieb, HDSW, 5. Bd., S. 243 - 257.

- Hax, K. : Planung und Organisation als Instrumente der Unternehmensführung, ZfhF, NF, 11. Jg., 1959, Nr. 12, S. 605 - 615.
- Henzel, F. : Die Funktionsteilung in der Unternehmung, ZfB, 9. Jg., 1932, Nr. 9, S. 193 - 209.
- Hof, H. : Fließende Fertigung und Montage von Werkzeugmaschinen, in: Heyligenstaedt-Mitteilungen.
- Hofmann, R. : Wie kann man den Grad der Automatisierung bestimmen? in: automatik, 1. Jg., 1956, H. 1, S. 8 - 12, H. 2, S. 32 - 34.
- Irtenkauf, J. : Diskussionsbeitrag, in: I-A, 80. Jg., 1958, Nr. 63, S. 966 - 968.
- Irtenkauf, J. u. Tuffentsammer, K. : Aufgaben und Grenzen in der Entwicklung von Werkzeugmaschinen aus der Sicht des Drehmaschinenbaus, in: WuB, 91. Jg., 1958, H. 9, S. 517 - 522.
- Jacob, H. : Das Ersatzproblem in der Investitionsrechnung und der Einfluß der Benutzungsdauer alter Anlagen auf die Investitionsentscheidung, in: ZfhF, NF, 9. Jg., 1957, S. 131 - 153.
- Kainz, R. : Die Auftragsplanung der Einzelfertigung in der Maschinenindustrie, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung, 55. Jg., 1960, H. 2, S. 61/62.
- Kettner, S. : Neun Jahre Automatisierung. Ein amerikanischer Erfahrungsbericht, in: Wt, 48. Jg., 1958, H. 6, S. 327 - 330.
- Kettner, S. : Der Stand der verkettungsfähigen Universalwerkzeugmaschinen, in: Wt, 48. Jg., 1958, H. 2, S. 89 - 91.
- Kettner, S. : Verkettung von Fertigungseinrichtungen, Begriffe, Kennzeichen, Anforderungen, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 126 - 128.
- Kienzle, O. : Tatsachen und Bilder aus deutschen Werkzeugmaschinenfabriken, in: Wt, 41. Jg., 1951, H. 8, S. 310 - 312.
- Kienzle, O. : Genauigkeitsansprüche des Konstrukteurs und ihre Verwirklichung durch die Fertigung, in: I-A, 82. Jg., 1960, Nr. 62, S. 1020 - 1026.
- Kienzle, O. : Schritte zur Automatisierung in der Umformtechnik, in: Wt, 47. Jg. 1957, H. 8, S. 393 - 402.

- Kilger, W. : Der Faktor Arbeit im System der Produktionsfaktoren, in: ZfB, 31. Jg., 1961, Nr. 10, S. 597 - 611.
- Knorr, M. : Strukturwandel im Werkzeugmaschinenbau, Eröffnungsansprache ... zur Werkzeugmaschinen-Ausstellung Hannover 1960, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 12, S. 633 - 635.
- Koenigsberger, F. u. Royle, I.K. : Einige britische automatische Werkzeugmaschinen-Steuerungen, in: Wt, 48. Jg., 1958, H. 9, S. 461 - 468.
- Krause, F.W. : Auftragssteuerung durch zentrale Arbeitsverteilung, in: WuB, 91. Jg., 1958, H. 3, S. 137 - 140.
- Krochmann, E. : Maschinen steuern sich selbst. Möglichkeiten und Grenzen der Automatisierung, in: A, 5. Jg., 1960, Nr. 5, S. 10 - 12.
- Krug, H. : Mittel zur Steigerung der Mengenleistung bei der Werkzeugmaschinen-Fertigung, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 9, S. 458 - 464.
- Krüger, G. : Mechanisierung, in: HDSW, 7. Bd., S. 266 - 269.
- Kruse, O. : Werkzeuge in Fertigungsstraßen, in: A, 3. Jg., 1958, Nr. 11, S. 12 - 13.
- Kunze, H.H. : Rationalisierung, in: HWB, Bd. III, Sp. 4530 - 4536.
- Lauke, H.L. : Betriebliche Arbeitsflußgestaltung - ein Weg zur Senkung der Fertigungskosten, in: Wt, 52. Jg., 1962, H. 4, S. 187 - 189.
- Leitner, H. : In Erwartung neuer Marktimpulse, in: WuB, 96. Jg., 1963, H. 4, S. 201 - 205.
- Longard, K. : Entwicklungsstufen und Auswirkungen der Automatisierung in der Automobilindustrie, in: A, 5. Jg., 1960, Nr. 2, S. 12 - 13.
- Maecker, K. u. Wollenhaupt, J. : Ein Ordnungssystem für elektrisch gesteuerte Aufbaumaschinen und Aufbaueinheiten, in: Wt, 46. Jg., 1956, S. 145 - 153.
- Mahr, F.C. : Anzeige, in: A, 6. Jg., 1961, Nr. 5, S. 34 - 35.
- Matthée, G. : Der Entwicklungsstand der Aufbau-Maschinen, in: Wt, 51. Jg., 1961, H. 11, S. 559 - 569.

- Meffert, A.: Das Bild der deutschen Werkzeugmaschine um das Jahr 1907, in: Wt, 47. Jg., 1957, H. 1, S. 7 - 15.
- Melman, S.: Bericht über die Produktivität der Fertigung in der Werkzeugmaschinenindustrie Westeuropas, veröffentlicht von der OEEC, Europäische Produktivitäts-Zentrale, Paris 1959, Projekt EPA Nr. 420.
- Mitthof, F.: Grundsätzliche Überlegungen zur automatischen Fertigung, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 123 - 125.
- Mohr, O.: Grundbegriffe und Beispiele für Steuerungen und Regelungen an Werkzeugmaschinen, in: I-A, 78. Jg., 1956, Nr. 54, S. 789 - 795.
- Moll, H. u. Doiezsalek, C.M.: Dank an die Werkstatt, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 121 - 122.
- Moll, H. u. Ulbricht, W.: Heutiger technischer Stand und Entwicklungstendenzen in der Automatisierung der Fertigung, am Beispiel einer Automobilfabrik, in: Wt, 47. Jg., 1957, H. 3, S. 117 - 123.
- Müller-Traut, H.: Über die Anwendung elektronischer Rechenanlagen bei der Programmierung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen, in: Wt, 53. Jg., 1963, H. 4, S. 161 - 169.
- Nauck, A.K.: Werkzeugwechsel - kritische Phasen der automatisierten Produktion, in: A, 4. Jg., 1959, Nr. 7, S. 29 - 30.
- Notter, E.: Die Vorteile weitgehend typisierter Baueinheiten, in: Wt, 48. Jg., 1958, H. 2, S. 93 - 96.
- Nowak, P.: Bestimmung der Betriebsindividualität mit Hilfe von Betriebsgliederungen, in: ZfhF, NF, 6. Jg., 1954, H. 10, S. 484 - 499.
- Oberparleiter, K.: Risiko, in: HWB, Bd. III, Sp. 4693 - 4698.
- Opitz, H.: Maßnahmen zur wirtschaftlichen Erzielung und Erhaltung der Fertigungsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen, in: I-A, 82. Jg., 1960, Nr. 62, S. 1039 - 1048.
- Opitz, H. u. Rohs, H.: Die Ausnutzung von Werkzeugmaschinen, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 9, S. 490 - 497.

- Opitz, H.: Spangebende Metallbearbeitungsmaschinen, in: Hütte, Maschinenbau, Teil A, Hrsg. Akademischer Verein Hütte e. V. in Berlin, 28. Aufl., Berlin 1954, S. 1085 - 1145.
- Opitz, H. u. Saljí, E.: Grundlegende Betrachtungen zum Problem der Automatisierung, in: I-A, 78. Jg., 1956, Nr. 54, S. 778 - 786.
- Pahlitzsch, G. u. Berr, U.: Ein Verfahren zur Fertigungssteuerung in der Metallindustrie mit gekoppelten mathematischen Modellen, in: Wt, 52. Jg., 1962, H. 5, S. 224 - 230 (Teil 1); Wt, 52. Jg., 1962, H. 8, S. 401 - 406 (Teil 2).
- Pahlitzsch, G. u. Berr, U.: Über mathematische Modelle zur Fertigungssteuerung in der Metallindustrie, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 9, S. 465 - 470.
- Pallek, A.: Die produktionsmäßige Planung und Abrechnung nach "Baugruppen" bei der langfristigen Fertigung, in: Der Industriebetrieb, 6. Jg., 1958, H. 6, S. 257 - 261.
- Petersen: Fertigungsgerechtes Konstruieren, Beispiele aus der Einzelfertigung und Fertigung kleiner Serien im Maschinenbau, in: I-A, 82. Jg., 1960, Nr. 1, S. 2 - 6, Nr. 3, S. 35 - 36.
- Piegiert, R.: Komplexfertigung. Voraussetzung der modernen Fertigung in Betrieben der Einzel- und Kleinserienfertigung, in: Der Maschinenbau, 6. Jg., 1957, H. 9, S. 253 - 256.
- Pietsch, M.: Die Auswirkungen der "Automation" auf den Produktionsprozeß, in: ZfhF, NF, 8. Jg., 1956, H. 8/9, 449 - 458.
- Politsch, H. W.: Konstruktive Besonderheiten numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen, in: VDI-Berichte, Nr. 60: Automatisierung, Düsseldorf 1962, S. 37 - 40.
- Potthoff, E.: Betriebsorganisation, in: HdW, Bd. I, S. 49 - 93.
- Pötschke, H.: Die Weiterentwicklung der Einzweck-Sondermaschine, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 2, S. 79 - 86.
- Preger, K. Th.: Zweckmäßige Terminvorgabe und -überwachung in der Einzel- und Kleinserienfertigung, in: Rationalisierung, 4. Jg., 1953, H. 12, S. 319 - 321.

- Proesler, H.: Zur Bildung von Typenbegriffen, in: ZfB, 21. Jg., 1951, Nr. 8/9, S. 433 - 436.
- Pöhler, F.: Forderungen der Industrie an die Werkzeug-Ausbildung und -Standzeit, in: Wt, 48. Jg., 1958, H. 2, S. 100 - 103.
- Renz, S.: Arbeitszeitbestimmung in der Einzelfertigung mit Hilfe der Korrelation, in: IO, 27. Jg., 1958, H. 7, S. 213 - 218.
- Rief, H.: Die Bestimmung der Intensität der Automation, in: A, 4. Jg., 1959, Nr. 10, S. 7 - 9.
- Rognitz, H.: Elemente und Ausrüstung der Werkzeugmaschinen. Einführung, in: BH, Bd. I, S. 550 - 551.
- Ruegg, R.: Produktionsplanung und Terminwesen in der Maschinenfabrik mit vorwiegender Einzelfertigung, in: IO, 24. Jg., 1955, Nr. 4, S. 97 - 114.
- Rümmler, G.: Gruppenbearbeitung - eine komplexe technisch-ökonomische Aufgabe der Produktionsvorbereitung, in: Der Maschinenbau, 10. Jg., 1961, H. 10, S. 397 - 401.
- Sandig, C.: Absatz - Umsatz - Vertrieb - Verkauf, in: Die Betriebswirtschaft, 36. Jg., 1943, H. 1/2, S. 6 - 8.
- Sajó, E.: Elemente für Werkzeugmaschinen mit automatisierter Schlittenbewegung, in: TR Sonderheft Nr. 7, Bern 1958, S. 15 - 41.
- Schäfer, E.: Absatzwirtschaft, in: HdW, Bd. I, S. 299 - 379.
- Scheffler, E.: Die fertigungsgerechte Zeichnung, in: WuB, 90. Jg., 1957, H. 1, S. 77 - 82.
- Schneider, E.: Das Zeitmoment in der Theorie der Produktion I, II, III, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Hrsg. Zwiédineck-Südenhorst, O.v., u. Albrecht, G., Bd. 142, Jena 1935, S. 271 - 281; Bd. 143, Jena 1936, S. 45 - 67; Bd. 144, Jena 1936, S. 129 - 151.
- Schraag, O.: Die Bedeutung der Normung für die wirtschaftliche Fertigung, in: WuB, 92. Jg., 1959, H. 2, S. 67 - 74.

- Stegmüller, W. : Das Problem der Kausalität, in: Probleme der Wissenschaftstheorie, Festschrift für Victor Kraft, Hrsg. Topitsch, E., Wien 1960, S. 171 - 190.,
- Schulz-Mehrin, O. : Kosten bei Einzel-, Reihen- und Fließfertigung, in: Maschinenbau, Bd. 6, 1927, H. 16, S. 813 ff.
- Schwantag, K. : Kosten und Produktionsvolumen, in: ZfB, 21. Jg., 1951, Nr. 3, S. 129 - 139.
- Schwantag, K. : Der Wirtschaftsprozess im Handelsbetrieb, I. Teil; Gegenstand, Plandauer, Daten und Zielsetzungen, in: ZfB, 21. Jg., 1951, S. 338 - 353.
- Schwantag, K. : "Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre" zu Erich Gutenbergs Buch, in: ZfB, 22. Jg., 1952, Nr. 1, S. 11 - 18.
- Seischab, H. : Produktivität und Wirtschaftlichkeit der Betriebe, in: ZfB, 23. Jg., 1953, Nr. 8/9, S. 501 - 514.
- Shaw, M.C. : Anforderungen an Werkzeugmaschinen der Zukunft, in: I-A, 78. Jg., 1956, Nr. 47/48, S. 676 - 680.
- Simon, W. : Werkzeugmaschinensteuerungen, in: WuB, 92. Jg., 1959, H. 11, S. 793 - 800.
- Spizig, J.S. : Bohrwerke mit selbsttätiger Steuerung und automatischem Werkzeugwechsel, in: WuB, 91. Jg., 1958, H. 8, S. 488 - 489.
- Steeger, A. : Automatisierung der Werkzeugmaschinen als Ziel der Fertigungstechnik, in: I-A, 78. Jg., 1956, Nr. 47/48, S. 681 - 688.
- Steinmann, H. : Rationalisierung in der Einzel- und wechselnden Kleinserienfertigung durch Zusammenfassung von Ähnlichkeitsteilen, in: I-A, 84. Jg., 1962, Nr. 72, S. 1753 - 1758.
- Stelter, H. : Maschinenindustrie, in: HDSW, 7. Bd., S. 206 - 219.
- Strube, E. : Kostenremanenz und Beschäftigungsschwankungen, in: ZfhF, 30. Jg., 1936, S. 505 - 541.
- Tschirf, L. : Zur Kennzeichnung der Werkzeugmaschinen, in: TR, 49. Jg., 1957, Nr. 40, S. 9.

- Tully, H. : Koordinaten-Bohren in der Einzel- und Kleinserienfertigung mit Arbeitsbeispielen aus dem Werkzeugmaschinenbau, in: WuB, 91. Jg., 1958, H. 7, S. 423 - 427.
- Vogel, J. : Auftragssteuerung im Fertigungsablauf, in: I-A, 79. Jg., 1957, Nr. 56, S. 841 - 847,
- Wagner, W. : Hobelmaschinen, in: BH, Bd. I, S. 735 - 742.
- Ward, J.E. : Numerisch gesteuerte Maschinen, in: Wt, 53. Jg., 1963, H. 3, S. 117 - 122.
- Weinreich, R. : Die Berufsausbildung von Facharbeitern, im Zeichen fortschreitender Automatisierung, in: A, 3. Jg., 1958, Nr. 2, S. 3 - 9.
- Winkel, A. : Arbeits- und Zeitstudien (REFA), in: BH, Bd. II, S. 529 - 546.
- Witthoff, J. : Grundlagen der Zerspanungslehre, in: BH, Bd. I, S. 296 - 301.
- Witthoff, J. : Drehen und Hobeln, in: BH, Bd. II, S. 314 - 324.
- Wollenhaupt, J. : Die Konstruktion der Baueinheiten für Werkzeugmaschinen nach VDI 3270 ... 3275, in: Wt, 49. Jg., 1959, H. 3, S. 132 - 136.
- Wollenhaupt, J. : Einsatzmöglichkeiten der Baueinheiten für Werkzeugmaschinen nach VDI 3270 - 3275, in: Wt, 50. Jg., 1960, H. 3, S. 149 - 153.
- Wolter, A. : Das Problem der Wirtschaftlichkeit bei der industriellen Sortenproduktion, in: ZfhF, 31. Jg., 1937, S. 391 ff.
- Wöpfemeier, H. : Einsatz der Schneidkeramik in der Fertigung, in: I-A, 82. Jg., 1960, Nr. 80, S. 1349 - 1353.

Lebenslauf

Am 9.9.1934 wurde ich als Sohn des Grubensteigers August Zacher und seiner Ehefrau Sophie geb. Lange in Bochum-Werne geboren. Mein Vater fiel Ende des Krieges 1945.

Nach dem z. T. durch Kriegseinwirkungen unterbrochenen Besuch der Volksschule in Bochum-Werne und Königshütte O/S war ich vom April 1946 bis zum Abitur im März 1955 Schüler des neusprachlichen Lessing-Gymnasiums in Bochum-Langendreer.

Vom Herbst 1955 bis zum Abschluß der Diplom-Hauptprüfung im Herbst 1960 studierte ich 10 Semester Maschinenbau an der Technischen Hochschule Darmstadt. Die Diplomarbeit wählte ich aus dem Fachgebiet Leistungsreaktoren. Vor Beginn und während des Studiums machte ich ein insgesamt einjähriges Praktikum in verschiedenen Maschinenfabriken.

Vom Herbst 1960 bis zum Herbst 1964 studierte ich 8 Semester Volkswirtschaft und Betriebswirtschaft an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Gleichzeitig arbeitete ich an meiner Dissertation bei Herrn Professor Dr. -Ing. Dr. rer. pol. Th. Ellinger. Meine mündliche Prüfung bestand ich am 21.12.1964.

